

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

#### **TÍTULO:**

**“Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total (MPT) para el manejo eficiente del Centro de Producción Siderometalúrgico El Sol”**

#### **POSTULANTE:**

**Remache Sasig Milton Xavier**

#### **DIRECTOR:**

**Ing. Edison Salazar Cueva**

#### **ASESOR:**

**Lic. Libia Almeida Lara**

**Latacunga – Ecuador**

**2011**

# **AUTORÍA**

Este documento es de exclusiva autoría del investigador: Remache Sasig Milton Xavier quien se responsabiliza por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto de tesis.

Remache Sasig Milton Xavier  
**INVESTIGADOR**

## **CERTIFICACIÓN**

En cumplimiento a lo estipulado en el Capítulo IV, Art. 9 literal (f) del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de Tesis del tema **“IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT) PARA EL MANEJO EFICIENTE DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN SIDEROMETALÚRGICO EL SOL”**. Propuesto por Remache Sasig Milton Xavier debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo a los planeamientos por la denuncia y construcción teórica y práctica del objeto de estudio.

La claridad y veracidad de su contenido a mas de su desempeño y dedicación puesto por su autor en cada etapa de su realización, merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que el autor de la presente tesis se encuentra habilitado para presentarse al acto de defensa de tesis.

Ing. Salazar Cueva Edison  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **CERTIFICACIÓN**

Cumpliendo con lo estipulado en el Capítulo IV, Art. 9 literal (f) del reglamento del curso profesional de la Universidad técnica de Cotopaxi, en calidad de Asesor de Tesis del tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT) PARA EL MANEJO EFICIENTE DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN SIDEROMETALÚRGICO EL SOL”**. Informo que el postulante egresado: Remache Sasig Milton Xavier, ha desarrollado su trabajo de investigación de grado en forma teórica bajo mi dirección y supervisión el mismo que está redactado de acuerdo a los planteamientos formulados en el plan de tesis de la Universidad.

Dicho trabajo alcanza los objetivos propuestos y la correspondiente verificación de la hipótesis.

Por lo expuesto anteriormente considero que el egresado se encuentra apto para presentar el informe de tesis y su respectiva defensa.

Lic. Libia Almeida Lara  
**ASESOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, Oswaldo Remache Muso y Maria Clara Sasig Pila, quienes me dieron mi vida, e inculcaron en mi sentimiento de amor, respeto, responsabilidad, dedicación y valor.

A toda mi familia, a mis cuatro hermanas y mi hermano, que con su ejemplo, apoyo absoluto y guía supieron darme la fuerza para no desmayar en el camino, ya que cuando tenía problemas, cada uno supo darme la mano para ayudarme.

Por medio de este trabajo, presento mi testimonio de gratitud a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, no puedo dejar de lado mi profunda gratitud a todos los docentes de la UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA, por sus conocimientos brindados y experiencias compartidas durante el proceso de formación académica y concientización social, que me apoyaron y protegieron para seguir luchando en esta grandioso anhelo y sueño de una igualdad de condiciones, de manera especial al Ing. Edison Salazar mi director de tesis y a la Lic. Libia Almeida mi asesora de tesis por habernos transmitido sus sabias enseñanzas con nobleza y entusiasmo contribuyeron para la culminación de esta etapa mi vida.

**Milton Xavier**

## **DEDICATORIA**

Al creador de las maravillas que en la vida he podido encontrar, por enseñarme el valor de ser hijo, hermano, amigo; por cultivar en mí, sentimientos de amor sinceros y cuidarlos manteniendo la fe viva en mi corazón. A mis grandes amigos que estuvieron en las buenas y en las malas y siempre supimos salir adelante en nuestra vida universitaria y a todos quienes de una u otra manera con sus constantes apoyos, sacrificios y abnegaciones supieron entregarme todo de ellos.

**Milton Xavier**

# ÍNDICE GENERAL

<b>PRELIMINARES</b>	<b>Pág.</b>
Portada	i
Autoría	ii
Certificación	iii
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice General	viii
Resumen	xxiv
Summary	xxv
Certificado	xxvi
Introducción	xxvii

## CAPITULO I

<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>Pág.</b>
1. Marco Teórico	1
1.1. Sistemas de gestión del mantenimiento	1
1.2. Concepto estratégico del mantenimiento	2
1.3. Mantenimiento	3
1.3.1. Definición de mantenimiento	3
1.4. Desgaste y falla	4

1.4.1. Desgaste	4
1.4.2. Falla	4
1.4.2.1. Alternativa	5
1.5. Sistemas de mantenimiento	5
1.5.1. Jerarquización de las labores de mantenimiento	6
1.5.1.1. Sistemas	6
1.5.1.2. Estructura	7
1.5.1.3. Proceso	7
1.5.1.4. Procedimiento	8
1.5.1.5. Técnica	8
1.5.1.6. Método	9
1.5.1.7. Herramientas	9
1.6. Tipos de mantenimiento y sus características	10
1.6.1. Mantenimiento para Usuario	10
1.6.2. Mantenimiento Correctivo	11
1.6.2.1. Ventajas	11
1.6.2.2. Desventajas	11
1.6.3. Mantenimiento Preventivo	12
1.6.3.1. Características	12
1.6.3.2. Ventajas	12
1.6.3.3. Desventajas	13
1.6.4. Mantenimiento Predictivo	13
1.6.4.1. Ventajas	13
1.6.4.2. Desventajas	14
1.6.5. Mantenimiento Productivo Total (MPT)	14
1.7. Origen de la historia de la metodología del MPT	16
1.7.1. Introducción	16
1.7.2. Definición del MPT	16
1.7.3. Que es Mantenimiento Productivo Total	17
1.7.4. Características del MPT	18
1.7.5. Beneficios del MPT	19
1.7.5.1. Organizativos	19



1.7.5.2. Seguridad	19
1.7.5.3. Productividad	20
1.8. Concepto de Pilar	20
1.9. Pilares del MPT	21
1.9.1. Pilar de Mejora Enfocada	22
1.9.2. Pilar de Mantenimiento Autónomo	25
1.9.3. Pilar de Mantenimiento Planificado	26
1.9.4. Pilar de Mantenimiento de la Calidad	27
1.9.5. Pilar de Gestión Temprana	28
1.9.6. Pilar de Capacitación y Entrenamiento	28
1.9.7. Pilar de Seguridad e Higiene Ambiental	29
1.9.8. Pilar de Gestión Administrativa	30
1.10. Relación Entre Pilares	30
1.11. Áreas de aplicación del MPT	32
1.12. Herramientas Utilizadas	34
1.12.1. Pasos para introducir el MPT	34

## **CAPITULO II**

<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>Pág.</b>
2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados	41
2.1. Caracterización del Centro de Producción El Sol	41
2.1.1. Centro de Producción El Sol Breve Reseña	
Histórica	41
2.1.2 Ubicación	42
2.1.3 Instalaciones	42
2.1.4 Naves Industriales	43
2.1.5 Visión	45
2.1.6 Lema	45
2.1.7 Misión	45
2.1.8 Política Integral	46

2.1.9 Organigrama Estructural	46
2.2. Análisis de los Resultados de la Encuesta Realizada a los Empleados del Centro de Producción El Sol	47
2.2.1. Encuesta Realizada a los a los Empleados del Centro de Producción El Sol	48
2.2.1.1. Pregunta 1 (Análisis e Interpretación)	48
2.2.1.2. Pregunta 2 (Análisis e Interpretación)	49
2.2.1.3. Pregunta 3 (Análisis e Interpretación)	50
2.2.1.4. Pregunta 4 (Análisis e Interpretación)	51
2.2.1.5. Pregunta 5 (Análisis e Interpretación)	52
2.2.1.6. Pregunta 6 (Análisis e Interpretación)	53
2.2.1.7. Pregunta 7 (Análisis e Interpretación)	<b>54</b>
2.2.1.8. Pregunta 8 (Análisis e Interpretación)	<b>55</b>
2.2.1.9. Pregunta 9 (Análisis e Interpretación)	<b>56</b>
2.2.1.10. Pregunta 10 (Análisis e Interpretación)	57
2.2.1.11. Pregunta 11 (Análisis e Interpretación)	58
2.2.1.12. Pregunta 12 (Análisis e Interpretación)	59
2.3. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada al gerente del “centro de producción el sol”	60
2.3.1.1. Pregunta 1 (Análisis)	60
2.3.1.2. Pregunta 2 (Análisis)	69
2.3.1.3. Pregunta 3 (Análisis)	61
2.3.1.4. Pregunta 4 (Análisis)	61
2.3.1.5. Pregunta 5 (Análisis)	61
2.3.1.6. Pregunta 6 (Análisis)	61
2.3.1.7. Pregunta 7 (Análisis)	62
2.3.1.8. Pregunta 8 (Análisis)	62
2.3.1.9. Pregunta 9 (Análisis)	62
2.3.1.10. Pregunta 10 (Análisis)	63
2.4. Verificación de Hipótesis	63
2.4.1. Enunciado	63
2.4.2. Resultados de la Investigación	63

## **CAPITULO III**

<b>CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>Pág.</b>
3. Desarrollo Del Proyecto	<b>67</b>
3.1. Tema	<b>67</b>
3.2. Presentación	<b>67</b>
3.3. Justificación	<b>68</b>
3.4. Objetivos	<b>69</b>
3.4.1. Objetivo General	<b>69</b>
3.4.2. Objetivos Específicos	<b>69</b>
3.5. Factibilidad de la Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total	<b>70</b>
3.6. Impacto	<b>70</b>
3.7. Implementación de la Metodología del MPT en el Centro de producción “EL SOL”	<b>70</b>
3.7.1. Anuncio formal de la introducción del MPT	<b>71</b>
3.7.2. Diseño del Plan Maestro	<b>72</b>
3.7.3. Lanzamiento Oficial	<b>73</b>
3.8. Mantenimiento Autónomo aplicado en el centro De Producción “EL SOL”	<b>73</b>
3.9. Etapas del Mantenimiento Planificado Aplicado en el Centro de Producción “EL SOL”	<b>78</b>
3.9.1. Evaluar el equipo y comprender la situación actual.	<b>78</b>
3.9.2. Aplicación del plan maestro	<b>81</b>
3.9.3. Criticidad de los equipos del centro de producción “EL SOL”	<b>82</b>
3.9.4. Maquinas y equipos a los cuales se les realizado el estudio.	<b>85</b>
3.9.4.1. Listado de equipos por su criticidad.	<b>85</b>
3.9.4.2. Instrumentos y herramientas existentes.	<b>87</b>

3.9.4.3. Equipo comprado.	88
3.9.5. Establecimiento de prioridades de las averías/fallos	
-niveles de averías.	89
3.9.5.1. Indicadores de mantenimiento	89
3.9.5.2. Restauración de las condiciones ideales	91
3.9.5.3. Resumen de las Pérdidas por fallas	93
3.9.5.4. Árbol de perdidas	93
3.9.5.5. Pareto del torno	94
3.9.5.6. Índices recuperados después de la mejora.	100
3.9.5.7. Comparación de las áreas antes y después de la mejora.	101
3.9.5.8. Detalle de la implementación de la mejora.	102
3.9.5.9. Estructura del control de funciones de los datos.	104
3.9.5.10. Estructura del mantenimiento correctivo.	104
3.9.5.11. Estructura del mantenimiento preventivo.	104
3.9.5.12. Evaluar el sistema del mantenimiento planificado.	105
3.9.6. Análisis de resultados.	113
3.9.6.1. Análisis cualitativos de resultados.	113
3.9.6.2. Análisis cuantitativos de resultados.	114
3.10. Instalación del software del mantenimiento planificado implementado en el centro de producción “el sol”	117
3.10.1. Equipos utilizados.	117
3.10.2. Ingreso de datos.	119
3.11. Conclusiones y recomendaciones.	126
3.11.1. Conclusiones.	126
3.11.2. Recomendaciones.	128

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
 <b>CAPÍTULO I</b>	
Figura 1.1. Tipos de mantenimiento	10
Figura 1.2. Proceso de implementación del tpm.	15
Figura 1.3. Pilares del Mantenimiento Productivo Total	22
Figura 1.4. Pasos de desarrollo de actividades de las mejoras enfocadas.	25
Figura 1.5. Objetivos del mantenimiento autónomo	26
Figura 1.6. Relación entre pilares.	32
Figura. 1.7 Estructura de Entrenamiento	34
Figura. 1.8 Técnica grafica LUP.	38
Figura. 1.9. Técnica Grafica Análisis 5 Porques (5w) y 1 como (1h)	39
Figura 1.10. Técnica Grafica Análisis "PORQUE - PORQUE"	40
 <b>CAPÍTULO II</b>	
Figura 2.1. Instalaciones del Centro de Producción El Sol	43
Figura 2.2. Nave industrial # 1.	44
Figura 2.3. Nave industrial # 2.	45
Figura 2.4. Organigrama estructural del centro de producción sol.	46
Figura 2.5. Conoce el programa MTP	48
Figura 2.6. El MPT beneficiara a la empresa	49
Figura 2.7. Implementar MPT	50
Figura 2.8. Lograr la Productividad	51
Figura 2.9. Satisfacción en el trabajo que desarrollan	52
Figura 2.10. Relación entre compañeros de trabajo	53
Figura 2.11. Relación con el empleador	54

Figura 2.12. Utiliza equipo de protección	55
Figura 2.13. Orden de limpieza en la Planta	56
Figura 2.14. Utilización de las señales de trabajo	57
Figura 2.15. Existencia herramientas adecuadas de trabajo	58
Figura 2.16. Existencia maquinaria adecuadas	59
Figura 2.17. Estructura Orgánica Funcional Actual	65
Figura 2.18 Flujo Actual de la Gestión del Mantenimiento.	66

### **CAPÍTULO III**

Figura 3.1. Puntos de riesgo en el torno.	74
Figura 3.2. Partes principales del torno.	75
Figura 3.3. Controles principales del torno.	75
Figura 3.4. Auto evaluación de la Planta producción “EL SOL”	79
Figura 3.5. Grupo ocupacional del centro de producción “EL SOL”	80
Figura 3.6. Porcentaje de criticidad de los equipos “EL SOL”	82
Figura 3.7. Matriz de criticidad.	83
Figura 3.8. Tiempos Medios entre fallas.	89
Figura 3.9. Tiempos Medios entre reparaciones	90
Figura 3.10. Costo de Mantenimiento.	90
Figura 3.11. Número de Fallas > 10 minutos.	91
Figura 3.12. Productividad Perdida en Horas	92
Figura 3.13. Productividad Perdida en Dólares	92
Figura 3.14. Árbol de Pérdidas	93
Figura 3.15. Árbol de Pérdidas.	94
Figura 3.16. Recuperación de Tiempos Perdidos	100
Figura 3.17. Recuperación de Dólares Perdidos	100
Figura 3.18. Análisis de falla 5 porque y un cómo.	102
Figura 3.19. Análisis de falla, porque-porque.	103
Figura 3.20. Recuperación en Horas.	116
Figura 3.21. Recuperación en Dólares.	116
Figura 3.22. Ventana de ingreso al programa MP.	118

Figura 3.23. Ingreso a la base de datos.	119
Figura 3.24. Ventana de ingreso al registró de equipos.	120
Figura 3.25. Ingreso de datos de los equipos.	120
Figura 3.26. Registro de equipos.	121
Figura 3.27. Registro de equipos.	121
Figura 3.28. Lista de los equipos y maquinas registrados.	122
Figura 3.29. Repuestos y consumibles.	123
Figura 3.30. Herramientas disponibles.	123
Figura 3.31. Calendario anual de mantenimiento	124
Figura 3.32. Plan anual de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso productivo.	125
Figura 3.33. Plan de mantenimiento por equipo.	125

## **TABLA**

**Pág.**

## **CAPÍTULO II**

Tabla 2.1. Conoce el programa MTP	48
Tabla 2.2. El MPT beneficiara a la empresa	49
Tabla 2.3. Implementar MPT	50
Tabla 2.4. Lograr la Productividad	51
Tabla 2.5. Satisfacción en el trabajo que desarrollan	52
Tabla 2.6. Relación entre compañeros de trabajo	53
Tabla 2.7. Relación con el empleador	54
Tabla 2.8. Utiliza equipo de protección	55
Tabla 2.9. Orden de limpieza en la Planta	56
Tabla 2.10. Utilización de las señales de trabajo	57
Tabla 2.11. Existencia herramientas adecuadas de trabajo	58
Tabla 2.12. Existencia maquinaria adecuadas	59

### **CAPÍTULO III**

Tabla 3.1. Fases de desarrollo del mpt “el sol”	<b>71</b>
Tabla 3.2. Plan maestro del mpt “EL SOL”	<b>72</b>
Tabla 3.3. Matriz de inspección.	<b>76</b>
Tabla 3.4. Matriz de inspección.	<b>76</b>
Tabla 3.5. Actividades del plan maestro.	<b>81</b>
Tabla 3.6. Criterio de evaluación de grado de criticidad. “EL SOL”	<b>84</b>
Tabla 3.7. Listado de las maquinas y equipos por su criticidad.	<b>85</b>
Tabla 3.8. Instrumentos y Herramientas existentes.	<b>87</b>
Tabla 3.9. Instrumentos y herramientas compradas.	<b>88</b>
Tabla 3.10. Productividad Perdida en Dólares	<b>93</b>
Tabla 3.11. Registro del tema	<b>96</b>
Tabla 3.12. Método de análisis 5 porqués (5W) y un como (1H).	<b>97</b>
Tabla 3.13. Análisis “PORQUE-PORQUE”	<b>98</b>
Tabla 3.14. Plan de acción específico	<b>99</b>
Tabla 3.15. Comparación de las áreas antes y después de la mejora.	<b>101</b>
Tabla 3.16. Comparación del tiempo-dinero antes y después de la mejora	<b>101</b>
Tabla 3.17. Programa de mantenimiento semanal	<b>106</b>
Tabla 3.18. Matriz de inspección.	<b>107</b>
Tabla 3.19. Matriz de limpieza.	<b>108</b>
Tabla 3.20. Matriz de mantenimiento general periódico.	<b>109</b>
Tabla 3.21. Frecuencia de mantenimiento para los equipos críticos.	<b>110</b>
Tabla 3.22. Plan de mantenimiento anual general de los equipos críticos directamente involucrados en el proceso productivo.	<b>111</b>
Tabla 3.23. Plan de mantenimiento anual general de los equipos críticos indirectamente involucrados en el proceso productivo.	<b>112</b>
Tabla 3.24. Detalles de la implementación de la mejora “Antes-Después”	<b>115</b>
Tabla 3.25. Detalle de la implementación de la mejora, “Tiempo-Dinero”	<b>115</b>



## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

Encuesta Realizada a Empleados y Trabajadores del Centro de Producción EL SOL

### **ANEXO 2**

Plano 1. Programa de Mantenimiento Semanal

Plano 2. Matriz de Inspección

Plano 3. Matriz de Limpieza

Plano 4. Matriz de Mantenimiento General periódico

Plano 5. Frecuencias de Mantenimiento para los equipos críticos directamente involucrados con el proceso productivo

### **ANEXO 3**

Fotos

## **RESUMEN**

Debido a la globalización y a los ambientes altamente competitivos con los cuales las empresas deben enfrentarse en la actualidad, los sistemas de mantenimiento juegan un papel muy importante en la producción y las operaciones de las empresas. El mantenimiento productivo total se creó en el Japón, Para la solución de los problemas de mantenimiento y producción, como punto fundamental es tener conciencia como necesidad de que en este tiempo es responsabilidad de todos los involucrados el llevar a cabo los procedimientos de una buena aplicación del mantenimiento.

El presente trabajo determina un modelo de la implementación del mantenimiento productivo total que tenga como finalidad una mejora continua en la productividad, confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipos buscando la excelencia con una operación adecuada y un mantenimiento preventivo y correctivo planeados para aumentar la satisfacción de los clientes anticipándonos a sus necesidades, mejorando la calidad y el tiempo de entrega, optimizando recursos, así como establecer una mejor comunicación interna y externa, el implantación del mantenimiento productivo total abarca:

- 1) Limpieza y atención básica.
- 2) Mantenimiento autónomo.
- 3) Seguridad e higiene ambiental.
- 4) Mantenimiento planificado, preventivo y correctivo.
- 5) Mejora de las maquinas.
- 6) Mantenimiento de la calidad.

## **ABSTRACT**

About globalization and high competition between companies actuality, upkeep system performs has an important place in the companies operation and production. The total productive upkeep was created in Japan to resolve upkeeps and production problems. This process is responsibility of all members inside to make a correct operation.

The present job determines a model of total upkeep productive implementation to increase machines productivity, performance and availability looking for the excellence whit a correct handling and a preventive upkeep made it to elevate clients satisfaction respect theirs necessities, with this process we offer more quality, best time and we use in a correct way the resources, upkeep productive implementation is:

- 1) Cleanness and basic attention.
- 2) Self upkeep.
- 3) Security and environmental hygiene.
- 4) Corrective, preventive and upkeep planed.
- 5) Machines development.
- 6) Quality upkeep.

## **CERTIFICADO**

Por el presente tengo a bien certificar que, la traducción del idioma inglés del resumen de la Tesis **“IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT) PARA EL MANEJO EFICIENTE DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN SIDEROMETALÚRGICO EL SOL”**. Del señor egresado: Remache Sasig Milton Xavier, lo realizo bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del lenguaje inglés.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. El interesado puede hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.

**Atentamente**

.....

Lic. Lorena González.

C.I. 1002377271.

**PROFESORA DE INGLÉS**

## INTRODUCCIÓN

Hoy el mantenimiento requiere un enfoque global que lo integra en el contexto empresarial con la importancia que se merece. Su papel destacado en la necesaria orientación a los negocios y resultados de la empresa, es garantizando por su parte a la competitividad a través del seguimiento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipo, maquinaria e instalaciones de la empresa.

Este trabajo consiste en la implementación del mantenimiento productivo total en el centro de producción, “EL SOL” es una planta del tratamiento de la chapa metálica, ubicada en la provincia de Tungurahua Km. 2 ½ vía a Riobamba.

Presentamos la implementación de los 4 pasos de la metodología japonesa del mantenimiento productivo total, (MPT) con la finalidad de atacar algunos factores internos, con el objetivo principal de mejorar los indicadores operacionales del centro de producción.

En el trabajo se considera la aplicación del mantenimiento productivo total, que es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas, que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad del centro de producción. Se la considera una estrategia, por ayudar a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de los sistemas operativos. Se elige el MPT porque permite diferenciar una organización con relación a su competencia dividido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de los suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

También se explica que las labores de mantenimiento se les puede realizar siguiendo procedimientos muy básicos y simples, (como inspecciones con registros manuales) porque es la correcta disposición de toda esa información y la aplicación de procedimientos claros y bien definidos, lo que hace que el personal

desarrolle una labor de manera consistente respetando los estándares previamente definidos, y obteniendo así resultados de gran calidad.

La elaboración de este proyecto de investigación está dividida en tres Capítulos los mismos que resumiremos a continuación:

En el capítulo uno se da a conocer los conceptos básicos de: la gestión de mantenimiento: estrategias de funcionamiento, tipos de mantenimiento, historia del mantenimiento productivo total. Luego se presenta los aspectos más significativos de la metodología, considerada como una herramienta muy importante para implantar en una instalación industrial.

En el capítulo dos se realiza un análisis e interpretación de resultados de las encuestas aplicadas a los empleados y trabajadores, personal administrativo, y la gerencia, del Centro de Producción “El Sol”, ya que conocen las necesidades y la situación actual por la cual está atravesando el proceso productivo y mantenimiento del centro de producción.

En el capítulo tres se detalla el desarrollo de la implementación de la metodología del mantenimiento productivo total, la aplicación del mantenimiento autónomo, limpieza y atención básica, elaboración e implementación de estándares de limpieza en la maquinaria y equipos, seguridad e higiene industrial, que nos ayuda a mantener limpia la maquina y a inspeccionarla mejor, la creación los planes de mantenimiento correctivo y preventivo, logrando un buen funcionamiento del centro de producción.

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

Conocer y familiarizarse con los conceptos básicos de la gestión de mantenimiento: estrategias de funcionamiento, tipos de mantenimiento, historia del mantenimiento productivo total. Posteriormente se presentó los aspectos más significativos de la metodología MPT (Mantenimiento Productivo Total), considerada como una herramienta muy importante para implantar en una instalación industrial, que contribuya a la mejora de la productividad y por consiguiente, al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos invertidos.

### *1.1 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO*

Los sistemas de gestión del mantenimiento son elementos básicos que caracterizan aquello que la empresa quiere ser en el futuro, su disponibilidad, su deseo de crear y actuar.

ARANTES, 2002. Señala a la “Gestión de mantenimiento como un proceso sistemático, planeado, gerenciado, ejecutado y acompañado bajo el liderazgo de la alta administración de la institución, involucrando y comprometiendo a todos los gerentes, responsables y colaboradores de la organización”. (Pág. 37)

Por su parte GITS, 1992. Define que “Se refiere, en esencia, a tener criterios, delineamientos administrativos y procedimientos para enfrentar las tareas de mantenimiento que indican cómo conseguir el mejor rendimiento de los equipos y recursos definidos para el mismo” (Pág. 77).

En este sentido COETZEE, (1999), destacan “Que la forma correcta para direccionar las necesidades para una función de mantenimiento efectiva dentro de la organización es teniendo una visión amplia de la función. Otro punto en destaque es que para alcanzar un real mejoramiento, existe la necesidad de integrar completamente al mantenimiento en el sistema de negocios de la empresa, especialmente usando tecnologías de la información y formulando una concepción con bases teóricas comprobadas”, (Pág. 142).

Se puede definir a la gestión del mantenimiento como un propósito de sintetizar su voluntad propia, y una combinación de acciones técnicas definidas a partir de una concepción de acciones administrativas y de la gestión durante el ciclo de vida de la maquinaria en la intención de mantener o retornarla al estado donde pueda cumplir su función.

## ***1.2 CONCEPTO ESTRATÉGICO DEL MANTENIMIENTO***

KONONEN, (2002), destaca que MSC “Es una actividad multidisciplinaria que involucra el conocimiento científico de la degradación de los mecanismos. Este



conocimiento basado en el análisis de los datos recolectados en la empresa, evalúa el estado del equipo, contribuyendo a los modelos cuantitativos para la predicción de los diferentes impactos de las acciones (de mantenimiento y operación) en la degradación de los equipos y administra el mantenimiento a partir de una perspectiva estratégica” (Pág. 34).

Los principios del MSC según ARANTES, 2002: Son de trascendental importancia para el desarrollo de la estrategia del mantenimiento: (Pág. 42.)

- La gestión del mantenimiento es vital para la actividad del negocio y debe ser administrativa estratégicamente.
- Una gestión de mantenimiento efectiva necesita estar basada en modelos que integren el mantenimiento con otras áreas de la empresa en la toma de decisiones.

La administración del mantenimiento con visión estratégica contempla tres pasos:

1. Conocimiento total del equipo al que se está realizando mantenimiento.
2. Planear, de forma optimizada las acciones, lo cual implica:
  - Colectar los datos relevantes.
  - Analizar los datos para evaluar el estado del equipo.
  - Construir modelos para predecir las consecuencias de las diferentes acciones de mantenimiento y de las cargas operacionales.
  - Decidir sobre las mejores (óptimas) acciones de mantenimiento.
3. Implementación de las acciones que optimizan el mantenimiento.

La mejora continua conduce a la disminución de los costos, aumento de la disponibilidad del equipo y por consecuencia el aumento de los beneficios totales, pero la función de manutención debe estar completamente integrada con el negocio de la empresa, para su desarrollo y crecimiento continuo.

### **1.3 MANTENIMIENTO.**

#### **1.3.1 DEFINICIÓN**

Se presenta algunas definiciones de mantenimiento, para preservar o mantener las condiciones requeridas para el correcto y optimó funcionamiento de un sistema, maquina o proceso.

FLEMING. 1997, sostiene que es “El conjunto de acciones emprendidas en una organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocio y desempeño, con la optimización de costos como objetivo asociado.” (Pág. 89)

DENTON Keith, 2004. Dice: “El mantenimiento, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.” El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad es reparar desperfectos en forma rápida y barata.” (Pág. 84)

Según BARNES, J. (1998). Por mantenimiento se “Entiende todas las tareas que debe de realizarse sobre un equipo o instalación para que permanezca en perfecto

estado de conservación y funcionamiento, preservando de esta forma el patrimonio”. (Pág. 37).

Se puede definir al mantenimiento como aquellas actividades efectuadas para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición, mediante la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria, herramientas para su correcto funcionamiento.

## **1.4 DESGASTE Y FALLA**

### **1.4.1 DESGASTE**

Es el cambio acumulativo e indeseable en el tamaño, forma o propiedades de una estructura, sistema, maquina, equipo o dispositivo que conduce a una falla.

### **1.4.2 FALLA**

Cualquier cambio en el tamaño, la forma o las propiedades de una estructura, sistema, maquina, equipo o dispositivo, que le haga incapaz de realizar la función para la cual fue diseñada.

#### ***1.4.2.1 Clasificación de las fallas.***

Las principales fallas a lo larga de la vida útil del bien son las siguientes:

- Fallas tempranas: ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de las fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.
- Fallas adultas: son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, (suciedad en un filtro de aire, cambio de rodamientos de una maquina, etc.)
- Fallas tardías: representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen de forma lenta en la etapa final de la vida del bien, (envejecimiento de aislamientos de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara.)

## **1.5 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO**

De acuerdo con la teoría general de sistemas de mantenimiento, se describe los principios fundamentales para su buen funcionamiento:

Al ver al mantenimiento como un sistema permite conocer las propiedades que este tiene, entenderlo mejor, estudiarlo como un todo en vez de hacerlo a través de subsistemas. De esta manera al lograr incrementar la productividad del sistema total, se mejora los subsistemas que lo componen, encontrando las causas del mal funcionamiento dentro de los límites del mismo.

Al referirse al sistema de mantenimiento se está englobando su administración y el servicio o actividades directas con la maquinaria y equipos. Debido al constante desarrollo de la tecnología debe ser un sistema adaptable, es decir, poder aprender y modificar sus características en la respuesta a los cambios internos y externos a través del tiempo, las entradas de este sistema serán recursos humanos, herramientas, materiales e información, esto constituye la fuerza de arranque que suministra al sistema sus necesidades operativas.

### **1.5.1 JERARQUIZACIÓN DE LAS LABORES DEL MANTENIMIENTO.**

Los diferentes procedimientos y métodos que ayudan a la administración del mantenimiento como son sistemas, procesos, técnicas entre otros, son indispensable para el desarrollo de sus actividades para conocer las funciones y en qué categoría se encuentra.

De esta manera se puede establecer una jerarquía para poder situar y nombrar correctamente cada una de las acciones, a continuación se describe una forma de jerarquizar:

#### **1.5.1.1 *Sistemas.***

Sistemas es lo que englobara a todos los elementos como son el mantenimiento y se considera como procedimientos.

Para Production Handbook, (1972) es un “Conjunto de objetos y entidades que paseen una relación esencial, y debido a su arreglo o montaje, logra un propósito único o una combinación de propósitos”. (Pág. 139.)

Según El Grant, (1995) es “Una colección de maquinas y métodos combinados para lograr un conjunto de funciones específicas, como una gran unidad utilizando las capacidades de todas las unidades separadas”. (Pág. 135.)

Entonces se puede decir que los sistemas son un conjunto de métodos aplicados para lograr las metas y objetivos propuestos en una entidad o centro de producción mediante la aplicación de diferentes técnicas eficientes para un mejor desenvolvimiento y control de las actividades productivas.

#### ***1.5.1.2 Estructura.***

Posteriormente se necesita definir la manera en que irán dispuestos los elementos, para esto se necesita una estructura de la administración del mantenimiento.

Para él, Vocabulario científica y técnico, 1990, la estructura es “Todo sistema construido con materiales, métodos y modelos convenientes, con técnica adecuada”. (Pág. 97.)

De acuerdo al Diccionario APICS, 1999 la estructura es un “Modo en que son dispuestas las partes constituyentes de un todo”. (Pág. 98.)

Se puede manifestar que la estructura es la parte física donde van a ser distribuidos los equipos y maquinaria de un empresa o institución.

#### **1.5.1.3 Proceso.**

Los procesos son las fuentes donde se generan fallos o paros, que requieren de atencion para ejecutar las tareas de mantenimiento, la definicion de proceso es:

De acuerdo con el, Ante Diccionario APICS, 1999 son una “Serie de acciones u operaciones planeadas, (mecanicas, electricas, quimicas, pruebas e inspecciones), que pasa un material o procedimiento de una etapa determinada a otra”. (Pag, 56.)

Los procesos son tareas planeadas y controladas que somete a materiales o procedimientos a la influencia de uno o mas tipos de energia, (humana, mecanica, electrica, quimica, termica), por el tiempo necesario para obtener las reacciones y resultados deseados.

#### **1.5.1.4 Procedimiento.**

Todo proceso necesita de una secuencia de acciones, por ello los proceso puede contar con uno o varios procedimientos, dependiendo de su complejidad, las definiciones de procedimiento son.

Según El Grant, 1995, el procedimiento “Forma una red compleja de planes de accion interrelacionados”. (Pag. 245.)

Para Salvendy, 1990, “Es un curso de accion predeterminada. Son planes fijos para que el personal siga repitiendo tareas administrativas de forma sistematica. Establece la

secuencia, tiempo y condiciones de las operaciones y especificaciones donde se debe hacer”. ( Pag. 132.)

Los procedimientos son todas las acciones planeadas y estructuradas para desarrollar las actividades en forma secuencial determinando así periodos de tiempo para su cumplimiento.

#### ***1.5.1.5 Técnica.***

Las técnicas serán dependientes del tipo de proceso que tiene una empresa, por lo tanto, estos tomarán un lugar bajo los procedimientos.

Según el Vocabulario científico y técnico, 1990, es un “Campo de actividad humana en el que un conjunto de recursos se aplican a fines útiles”.(Pág. 176.)

A la técnica se la puede definir como un conjunto de herramientas y recursos que pueden ser utilizados para alcanzar los objetivos y metas propuestos en una entidad. Toda técnica requiere pasos definidos de acción para poder ser ejecutada correctamente.

#### ***1.5.1.6 Método.***

Los métodos sirven para conocer la secuencia y forma en que se llevarán a cabo las tareas establecidas, las definiciones de método son:

Production Handbook, 1972 manifiesta que el método es la “Descripción de cómo se deberá usar los recursos para lograr los propósitos. Es la secuencia de operaciones o procesos usados para producir un producto o lograr un trabajo dado.” (Pág. 139.)



Según Industrial Engineering Terminology, 1990, dice que “Es el procedimiento o secuencia de movimientos de los trabajadores o maquinas usadas para lograr una operación dada o una tarea.” (Pág. 114.)

El método es la serie de pasos o procesos utilizados para alcanzar un propósito en común en un tiempo determinado.

#### **1.5.1.7 Herramientas**

Por último ya que se tiene la manera en que se utilizaran los recursos, que ayudan a alcanzar los objetivos planteados. Estos recursos son llamados herramientas, las cuales se definen como:

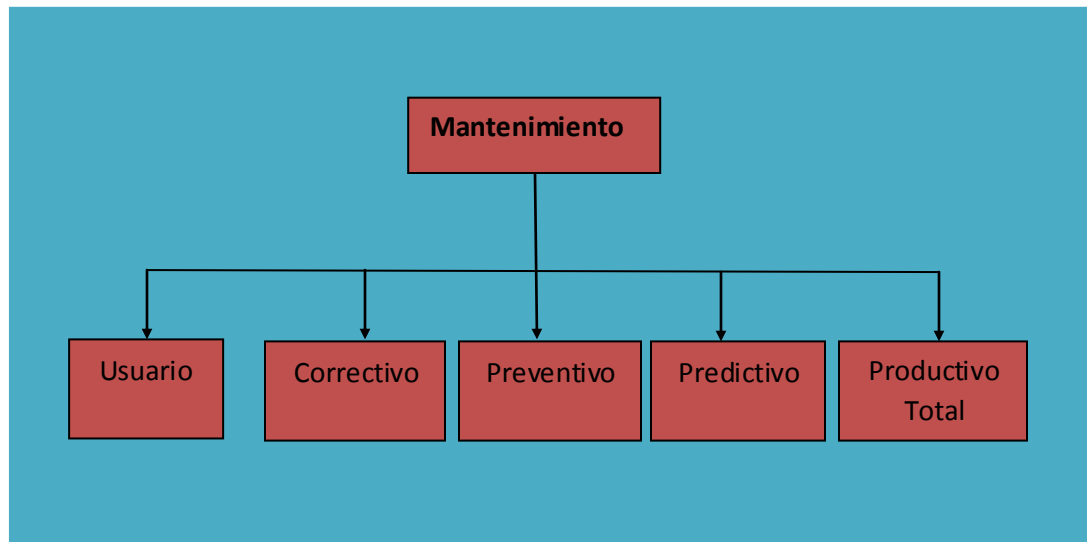
Para la Enciclopedia de la ciencia y tecnología, 1982 la herramienta “Es un mecanismo o elemento diseñado y usado para un objetivo único bajo condiciones controladas y establecidas.” (Pág.64).

En este caso se puede decir que el sistema de la administración del mantenimiento depende del flujo de proceso que tenga cada empresa, las cuales pueden ser de fabricación, ensamble, conversión o pruebas.

## **1.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS.**

Modernamente se puede reconocer los diferentes tipos de mantenimiento que a continuación se describe. Disponible en <sup>1</sup><http://www.infomipyme.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>.

**Figura. 1.1** Tipos de mantenimiento



**Fuente:** <http://www.infomipyme.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>.

**Elaborado por:** El investigador

#### **1.6.1 MANTENIMIENTO PARA USUARIO.**

El mantenimiento para usuario se responsabiliza del primer nivel como son los operarios de máquinas. Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta

donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas sean eficaces, y acorde a los requerimientos de la institución.

### **1.6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

Este tipo de mantenimiento extrae conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de una manera definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa falla no se repita, es imprescindible tener en cuenta el análisis del mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el correctivo será el sistema más rentable para el desarrollo adecuado de las máquinas y el progreso de la entidad.

**1.6.2.1 Ventajas.-** Las principales ventajas del mantenimiento correctivo son:

- Si el equipo está preparado, la intervención en el fallo es rápida.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

#### **1.6.2.2 Desventajas**

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.

- Suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención.

El Correctivo consiste en esperar que se produzca una falla, a fin de corregirla, es decir, operar hasta que se produzca la falla y luego reparar y reemplazar.

### **1.6.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

KHAN, 2003. Destaca que “Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados. (Pág. 24).

#### **1.6.3.1 Características**

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasar, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

#### **1.6.3.2 Ventajas**

- Se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

#### **1.6.3.3 Desventajas**

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

El mantenimiento preventivo consiste en programar periódicamente revisiones en los equipos, con el objetivo principal de inspeccionar, reparar y reemplazar componentes, las intervenciones se las realiza aun cuando la maquina este operando en condiciones optimas.

#### **1.6.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

Desde la perspectiva de REICH ROBERT, 1993, "Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos." (Pág. 36).

#### **1.6.4.1 Ventajas**

- La intervención en el equipo en el momento exacto del daño.
- Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

#### **1.6.4.2 Desventajas**

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

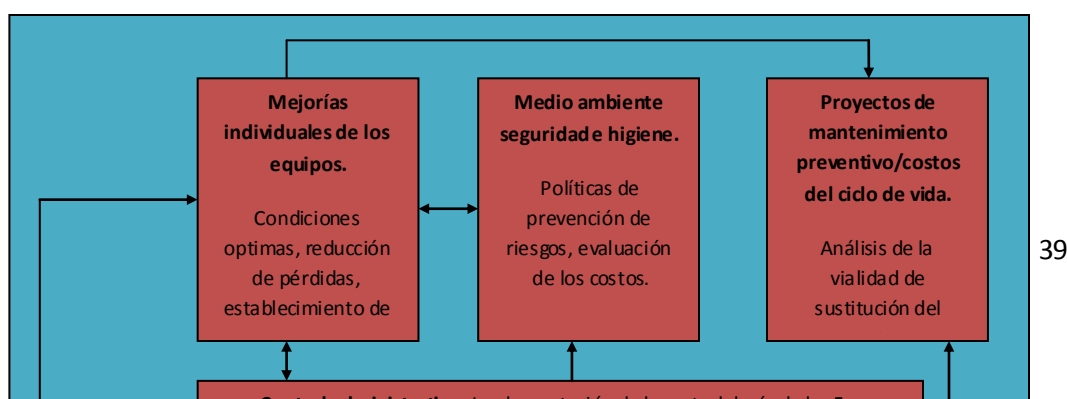
El mantenimiento predictivo modernamente permite monitorear y detectar parámetros operativos de los sistemas, maquinas y equipos realizando un seguimiento del desgaste de los mismos.

#### 1.6.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

Según, Tsuchiya, 1992, describe que, " Tiene como objetivo principal la realización del mantenimiento de los equipos con la participación del personal de producción, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total. Considera que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo que le es confiado. (Pág. 57).

Aunque existan especificaciones en la implementación del TPM en un tipo de industria y metas que pueden ser exclusivas para cada caso, las características comunes al proceso de TPM son usualmente conocidas como los ocho pilares básicos (Fig. 1.2), que sustenta cualquier implementación del TPM, son ellos: mejoras individuales de los equipos, proyectos de mantenimiento preventiva/costo del ciclo de vida; educación y entrenamiento de nuevas habilidades; mantenimiento de la calidad; control administrativo; medio ambiente, seguridad e higiene y finalmente mantenimiento autónomo.

**Figura. 1.2** Proceso de implementación del tpm.



**Fuente:** proceso de implementación del tpm. (Tsuchiya, 1992), consultado 31-03-11.

**Elaborado por:** El investigador.

El personal de mantenimiento puede conocer muy bien las especificaciones del equipo y sus partes constitutivas, pero, el operador trabaja y convive diariamente con la maquina, y llega a conocerla muy profundamente. Cuando se implementa este tipo de mantenimiento en una empresa, esta se constituye en un complemento de la gestión de



la calidad total, dado que todo el personal se involucra en esta filosofía mediante su participación.

## **1.7 ORIGEN DE LA HISTORIA DE LA METODOLOGÍA DEL MPT.**

### **1.7.1 INTRODUCCIÓN**

El MPT es uno de los procesos desarrollados, con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de los fallos, tales como, eliminación de las grandes pérdidas, (paradas por falla, reparación y ajuste, reducción de velocidad, odiosidad e interrupciones, defectos y re-trabajos, perdidas en la arranque).

El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (MPT) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento, encargado del desarrollar, MPT y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas

que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de MPT. Disponible en

<sup>2</sup> <http://es.scribd.com/doc/51170378/Introduccion-Al-Tpm-de-Seichi-Nakajima>.

### **1.7.2 DEFINICIÓN DEL MPT.**

El Mantenimiento Productivo Total, (MPT) por sus siglas en inglés letra M representa acciones de MANAGEMENT, (Mantenimiento). Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de la empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero se ha considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa", es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos.

La meta del MPT es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado. El sistema del MPT nos recuerda el concepto tan popular de TQM "Manufactura de Calidad Total" que surgió en los 70's y se ha mantenido tan popular en el mundo industrial. Disponible en

<sup>3</sup> <http://tpm.awardspace.us/Elementos.html>.

Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.

### **1.7.3 QUÉ ES MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

TSUCHIYA, 1992. Manifiesta que, filosóficamente, el MPT recuerda algunos aspectos valiosos del TQM "Manufactura de Calidad Total" o también Gerencia de Calidad Total entre ellos: (Pág. 128).

- A)** El compromiso total por parte de los altos mandos, es indispensable.
  
- B)** El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
  
- C)** Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.
  
- D)** También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

El MPT da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital dentro del negocio es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".

Se hace a un lado el antiguo concepto de que éste es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se consideran como una parte del proceso de manufactura. No se considera ya una rutina a ser efectuada sólo cuando el tiempo o el flujo de material lo permitan.

La meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo, para esto requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización.

#### **1.7.4 CARACTERÍSTICAS MPT**

Las características del TPM más significativas se describen a continuación: NIKAJIMA, (1993), señala las más importantes. (Pág. 87).

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

#### **1.7.5 BENEFICIOS DEL TPM.**

Los benéficos más significativos a mencionar según VILLEGAS, G., (2002) son los siguientes.

#### **1.7.5.1 Organizativos.**

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

#### **1.7.5.2 Seguridad**

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

#### **1.7.5.3 Productividad**

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.

- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.

El modelo original TPM propuesto por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), 1991, sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

## **1.8 CONCEPTO DE PILAR**

Los procesos fundamentales han sido llamados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), 1991, como pilares, durante muchos años experimentó y aplicó los métodos de mantenimiento, al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo. El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua. (Pág. 87).

Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.

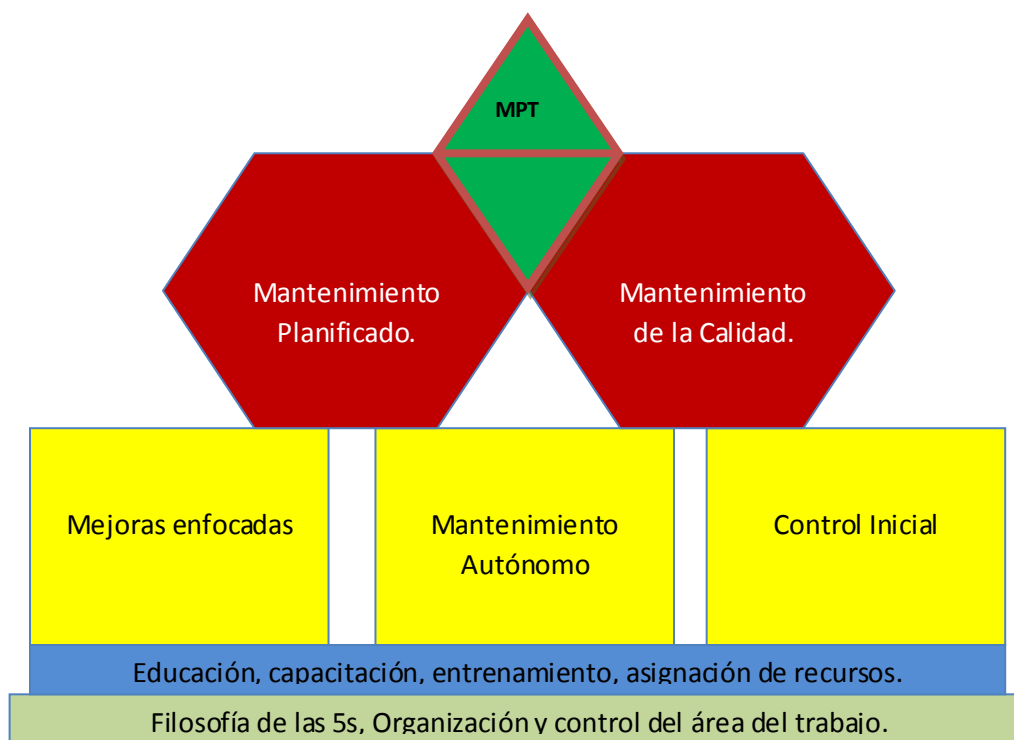
Cada pilar cumple una función concreta y ellos están íntimamente relacionados y se refuerzan. El aporte de los pioneros es el de haber identificado los pilares y formulado los pasos seguros y efectivos que una organización debe desarrollar para lograr los beneficios del MPT.

## **1.9 PILARES MPT**

Se implementa a partir de ocho pilares, que son indispensables para lograr la mejora de la fábrica mencionada anteriormente, estos están encargados de poner en práctica actividades que buscan el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

Según, SUSUKI, 1994, los pilares están determinados como: Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Mejora Enfocada, Capacitación y Entrenamiento, Seguridad e Higiene Ambiental, Mantenimiento de la Calidad, Educación y Entrenamiento, filosofía de las 5S, (Pág. 91). como se lo grafica en la Fig1.3.

**Figura. 1.3** Pilares del Mantenimiento Productivo Total



**Fuente:** SUSUKI, TOKUTARO. MPT process Industries. Portland, Oregon: Productivity Press. 1994 pág. 91, 11:45.

**Elaborado por:** El investigador.



Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado, se implementa siguiendo una metodología disciplinada, potente y eficaz, Los pilares sugeridos por el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas), 1991 son los siguientes: (Pág. 93).

### **1.9.1 PILAR DE MEJORA ENFOCADA.**

El objetivo general de este pilar es incrementar la eficiencia global de la producción, por medio de la eliminación de las pérdidas que afectan a equipos y procesos. Se trata de un pilar que seguramente numerosas empresas han desarrollado dentro de las aplicaciones del TQC. Este pilar identifica los objetivos de mejora y realizara acciones individuales y en grupo para eliminar los principales defectos de las instalaciones industriales.

El MPT aporta herramientas de trabajo para facilitar el análisis de problemas en maquinaria y en situaciones donde las herramientas básicas de calidad como el Diagrama de Causa y Efecto o Principio de Pareto no son útiles. El propósito de este pilar es el de involucrar a los trabajadores en las acciones de recuperación del deterioro acumulado de un equipo y restaurar su nivel de rendimiento inicial. El proceso utiliza los siete pasos del ciclo de mejora enfocada.

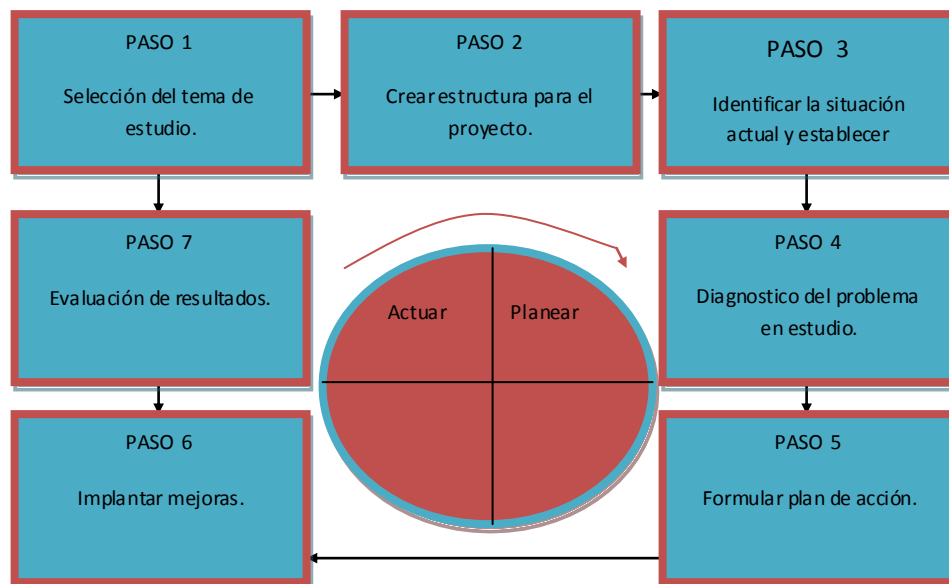
- Selección del tema de estudio: El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios como son los siguientes, Objetivos superiores de la dirección industrial, Problemas de calidad y entregas al cliente, Criterios organizativos, Relación con otros procesos de mejora continua.
- Crear la estructura para el proyecto: La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo interfuncional. En esta clase de equipos intervienen trabajadores

de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad. Es necesario recordar que uno de los grandes propósitos del TPM es la creación de fuertes estructuras interfuncionales participativas. Consideramos que un alto factor en el éxito de los proyectos de ME radica en una adecuada gestión del trabajo de los equipos; esto es, un buen plan de trabajo, seguimiento y control del avance.

- Identificar la situación actual y formular objetivos: En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe recoger o procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se debe presentar en forma gráfica y Estratificada para facilitar su interpretación y el diagnóstico del problema.
- Diagnostico del problema: Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas inducen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas.
- Formular plan de acción: Una vez se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

- Implementar mejoras: Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implantarlas. Es importante durante la implantación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto incluyendo el personal operador. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretenda mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso.
- Evaluar los resultados: Es muy importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en una cartelera o paneles, en toda la empresa lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité u oficina encargada de coordinar el TPM debe llevar un gráfico o cuadro el cual se controlen todos los proyectos, y garantizar que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo.

**Figura. 1.4** Pasos de desarrollo de actividades de las mejoras enfocadas.



**Fuente:** JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), Programa de Desarrollo del TPM, Edición en español por Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid, España, 1991

**Elaborado por:** El investigador.

### **1.9.2 PILAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.**

En este pilar es importantísimo el trabajo conjunto de los operadores y del personal de mantenimiento, para poder erradicar el pensamiento de “yo opero, tu arreglas”.

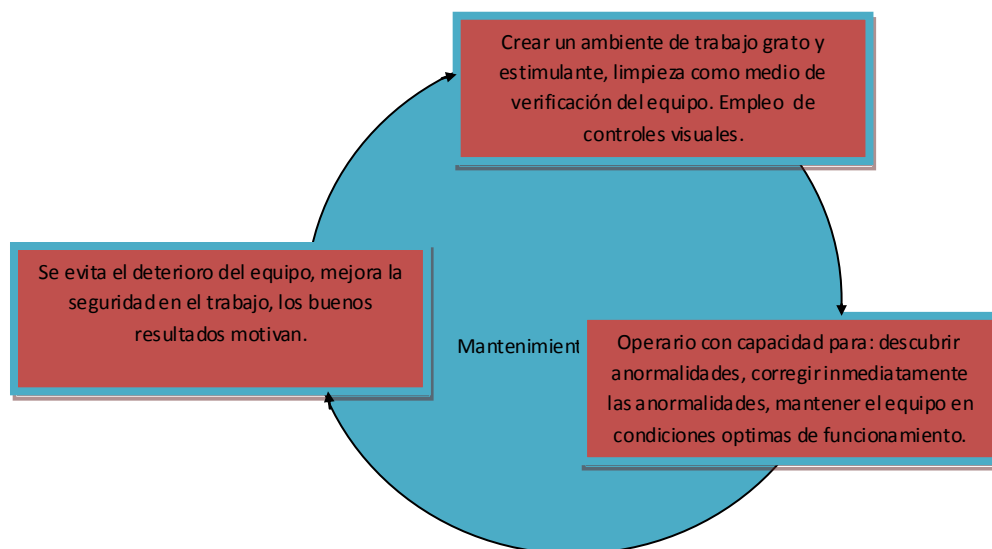
Es un pilar orientado a mejorar el nivel básico del equipo con la colaboración del personal que opera el equipo. Busca incrementar la capacidad de operación, conservación y grado de conocimiento del operador de las instalaciones industriales. Es conveniente crear previamente una cultura de 5S en el área de trabajo para facilitar la aplicación del mantenimiento autónomo en equipos. Sin embargo, la aplicación de las 5S no es suficiente para lograr un Mantenimiento Autónomo pleno.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un completo sentimiento de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene sobre el equipo que maneja habitualmente.

**Figura. 1.5** Objetivos del mantenimiento autónomo.



**Fuente:** JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), Programa de Desarrollo del TPM, Edición en español por Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid, España, 1991

**Elaborado por:** El investigador.

### **1.9.3 PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.**

El mantenimiento Planificado cumple un papel importantísimo en la eliminación de las pérdidas, ya que su desarrollo busca asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos.

Algunas empresas con amplia experiencia en MPT lo llaman "progresivo" debido a que para su práctica han seguido los pasos secuenciales propuestos por el JIPM para lograr un sistema de mantenimiento planificado eficiente. Este pilar involucra las acciones que los expertos y técnicos de mantenimiento deben desarrollar para mejorar la eficacia del sistema de mantenimiento planificado. Este mantenimiento abarca 3 tipos de mantenimiento:

Mantenimiento de averías: se realiza una vez que el equipo falle y detenga su operación. Este tipo de mantenimiento solo se recomienda utilizar cuando las averías no afecten significativamente la operación de las máquinas.

Mantenimiento preventivo: a grandes rasgos consiste en inspeccionar, limpiar y reemplazar las piezas de los equipos con una periodicidad establecida, con el fin de evitar averías fortuitas o inesperadas.

Mantenimiento correctivo. Busca una mejora de sus equipos y componentes, corrigiendo debilidades de diseño que facilita el correcto desarrollo del mantenimiento preventivo.

Antes de diseñar una rutina de mantenimiento planificado e introducirla al sistema, el no realizar actividades para eliminar las averías repetitivas. Conducirá a que el personal realice acciones de mantenimiento preventivo poco efectivas.

#### **1.9.4 PILAR DEL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD.**

Su objetivo es buscar una relación entre los defectos de los productos y las entradas de todos los procesos, mano de obra, maquinas, métodos y materiales, con el fin de establecer parámetros que puedan fijar las condiciones del proceso y así ejecutar acciones que prevengan futuros defectos.

Este pilar pretende fortalecer el sistema de aseguramiento de calidad en las áreas productivas. Es liderado por la función de calidad de la planta y ejecutado por el personal operativo de las instalaciones. Es implantado una vez se ha avanzado en la aplicación de los tres pilares anteriores. Sin embargo, en instalaciones con equipos nuevos y en buen estado, se puede poner en marcha simultáneamente con el pilar "mantenimiento autónomo". Cumple un papel específico de mejorar la calidad del producto mediante la conservación de las condiciones del equipo.

Los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- Realizar un análisis de mantenimiento preventivo para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

#### **1.9.5 PILAR DE LA GESTIÓN TEMPRANA.**

Busca desarrollar de forma rápida y económica equipos fáciles de utilizar y productos fáciles de fabricar. Se apoya en la obtención de información acerca del comportamiento de los equipos con que se cuentan actualmente en la empresa y las necesidades de cambio que presentan.



El MPT cubre todas las etapas del ciclo de vida de un equipo, es por este motivo que el JIPM desarrolló este pilar para fortalecer la función de mantenimiento desde el mismo momento en que se realiza el proyecto de ingeniería para la compra o desarrollo de nuevos equipos. Se implanta en las empresas que periódicamente renuevan sus equipos o fabrican su propia maquinaria de producción se pueden beneficiar de estas ideas. El área de ingeniería de equipos promueve este pilar y requiere de la colaboración de las funciones operativas para conocer los detalles e información del comportamiento de los actuales equipos y que se pretende mejorar su diseño.

#### **1.9.6 PILAR DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO.**

Su objetivo es formar al personal para que responda positivamente al cambio que trae MPT. Esta formación buscara el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos que sirva de soporte a la nueva filosofía, basándose en las necesidades individuales que cada cual tenga en su puesto de trabajo.

Este pilar no ha sido comprendido en su totalidad por las empresas que aplican MPT en sus instalaciones. Este pilar está orientado al fortalecimiento de las habilidades y capacidades del personal para lograr una polivalencia y capacidad técnica para realizar acciones de mantenimiento preventivo. Este pilar no se debe confundir con las acciones que realiza el departamento de formación de la empresa para sensibilizar al personal para aplicar MPT. Es un pilar que busca mejorar la efectividad del sistema educativo, empleando acciones que deben ser lideradas por los responsables y encargados de las instalaciones industriales. Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar las situaciones y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la

reflexión y de la experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

#### **1.9.7 PILAR DE SEGURIDAD E HIGIENE AMBIENTAL.**

Este pilar tiene como propósito lograr "cero accidentes y cero contaminación". Las metodologías del MPT se pueden emplear para hacer del sitio de trabajo un lugar seguro y agradable para vivir. Este pilar emplea los pasos del pilar mantenimiento autónomo y utiliza técnicas de análisis como se describen en la parte inferior.

- Fichas de seguridad del puesto: El personal es formado para la seguridad de su puesto, y en cada puesto hay una ficha descriptiva de las medidas de seguridad necesarias.
- Consignas e implantación de la recogida selectiva: La recogida selectiva de residuos está implantada y el personal cumple las consignas.

- Inspección del terreno: Esta herramienta, común para muchos Pilares, consiste en un examen visual para detectar rápidamente problemas y solventarlos, mediante una ronda de supervisión.
- Lista de acciones de progreso: Los planes de acción correctivos son desplegados, el personal es informado de los accidentes, sus causas, y de las acciones a tomar para evitarlos. Tratan de implicar al personal, y se premia la ausencia de accidentes.

### **1.9.8 PILAR DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA.**

Este pilar emplea los siete pasos del mantenimiento autónomo y metodologías de las mejoras enfocadas. Tiene como propósito mejorar las áreas de soporte de los procesos productivos, que generalmente producen consecuencias negativas de pérdida de tiempo, incumplimiento de entregas y fallos en los sistemas de gestión de información.

Esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo sobre el producto como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

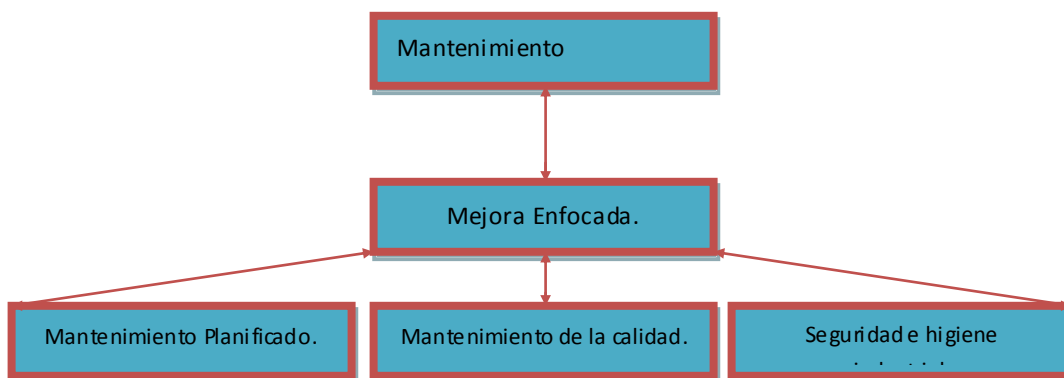
### **1.10 RELACIÓN ENTRE PILARES.**

Según VILLEGAS G. (2002). Los procesos fundamentales o “pilares” del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la

implantación del TPM en la empresa, y ésta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en sus funciones productivas y de mantenimiento en relación a cada uno de los procesos fundamentales. Así pues, un sistema de gestión TPM, debe ser adaptado a las necesidades y requerimientos concretos de cada empresa.

Cada uno de estos pilares cumple un propósito específico en el desarrollo del MPT. El pilar del mantenimiento autónomo es la base de los pilares restantes, ya que sus metodologías ayudan a implantar otros pilares. Por ejemplo, el paso dos del mantenimiento planificado pretende eliminar los fallos frecuentes en los equipos antes de iniciar un plan de mantenimiento preventivo, descrito en la Figura 1.6.

**Figura. 1.6** Relación entre pilares.



**Fuente:** MASAASI IMAI – Kaizen – CECSA – 1999 pág. 114.

**Elaborado por:** El investigador.

Para implantar los pilares mantenimiento en áreas administrativas y el pilar seguridad e higiene, es necesario utilizar la metodología de mantenimiento autónomo.

El mantenimiento planificado contribuye al desarrollo del mantenimiento autónomo en los primeros pasos. Para poder comprender mejor estas relaciones, una empresa debe preparar un Plan Maestro que muestre la lógica a seguir en todo el departamento.

### **1.11 ÁREAS DE APLICACIÓN DEL MPT.**

SHIROSE, K, (2000). Describe la importancia del MPT en las áreas de trabajo, "Es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es designar un coordinador de MPT de tiempo completo, cuyo rol es el "vender" conceptos y bondades del MPT, a la fuerza laboral a base de un programa educativo, convenciendo al personal de que no se trata simplemente del nuevo "programa del mes"".

Una vez que el coordinador está seguro de que toda la fuerza laboral ha "comprado" el programa de MPT y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción, bajo una metodología y estructura de entrenamiento graficada en la Figura 1.7.

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento de todos los procesos de producción, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones de este programa, sin embargo otros tal vez tengan experiencia de otras plantas o casos previos en la misma y gracias a lo que hayan observado en el pasado y las comparaciones que puedan establecer, se logrará un importante avance.

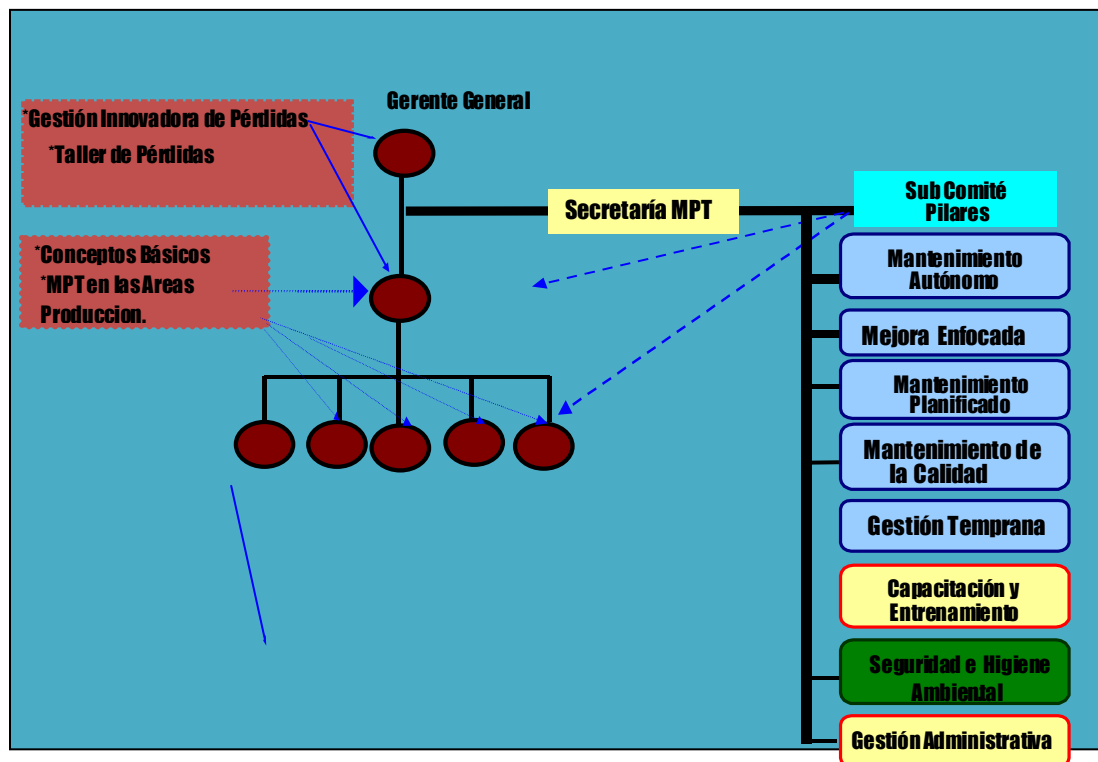
El establecimiento de estas comparaciones que a veces pueden implicar visitar otras plantas, se denomina, "comparación sobre la mesa" como cuando tenemos dos aparatos de las mismas características y los ponemos sobre la mesa para comparar cada parte en su proceso de funcionamiento

A los equipos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances que se ha realizado en cada área aplicada. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia, a fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se la da la mayor publicidad que sea posible a sus alcances.

El operador de la máquina tomó parte activa en el proceso de producción de la planta. Esa es una parte esencial de la innovación que implica el MPT. Aquella actitud de "yo nada más opero la máquina" ya no es aceptable en las áreas de trabajo. Los diarios chequeos de lubricación, detalles y ajustes menores así como reparaciones simples, cambios de partes, etc. se convierten en parte de las responsabilidades del operador. Claro que reparaciones mayores o problemas técnicos siguen siendo atendidos por el personal de mantenimiento de la planta, o

técnicos externos, y ahora cuentan con un mayor apoyo, más clara información y una real participación de parte del operador.

**Figura. 1.7** Estructura de Entrenamiento



Fuente: MASA AKI IMAI – Kaizen – CECSA – 1999 pág. 124, 15:20

## **1.12 HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

### **1.12.1 PASOS PARA INTRODUCIR MPT**

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), 1991. Destaca que “El pilar Mejora Enfocada, es uno de los pilares de MPT de mayor impacto en los resultados de una empresa, especialmente en las fases iniciales de desarrollo de un modelo integral. Este pilar tiene la ventaja de poseer pocas barreras organizacionales para su desarrollo, en comparación con otros pilares como el Mantenimiento Autónomo. La Mejora Enfocada tiene menor dependencia de la cultura de empresa de mejora integral, ya que se trata de un proyecto con alto contenido técnico”. (Pág. 128.)

Este pilar permite introducir gradualmente los principios, apoyándose en las mejoras cotidianas y permanentes del sitio de trabajo utilizando herramientas MPT, TQC y otras herramientas de ingeniería. Kobetsu significa centrarse en algún punto que genera pérdidas de rendimiento o disminución de la Efectividad Global (OEA) en un equipo o instalación.

Los pasos son idénticos a los sugeridos por Ishikawa y Kano en la Ruta de la Calidad. Sin embargo, el MPT aporta herramientas y pensamiento de diagnóstico complementarios, especialmente para aquellas situaciones donde el proyecto de estudio está relacionado con la eliminación de un problema técnico de una maquinaria o equipo industrial.



La Mejora Enfocada se puede poner en marcha creando equipos de mejora que dentro de la filosofía TQC son voluntarios. Sin embargo, el MPT insiste en la necesidad de involucrar a todas las personas de una organización en labores de mejora continua, como parte de su trabajo, en lugar de acciones voluntarias realizadas en pequeños equipos.

El MPT considera que deben realizarse proyectos de mejora a nivel individual y colectivo. Esta es una diferencia significativa entre TQC y MPT.

El pilar Mejoras Enfocadas se ha considerado en numerosas empresas dentro del Plan Maestro de desarrollo, como una importante actividad MPT en la fase inicial del proyecto. La justificación es la urgente necesidad de reconstruir el deterioro de los equipos, eliminar pérdidas de alto impacto y mejorar los diseños de la maquinaria que producen defectos crónicos en las operaciones productivas.

En una fábrica donde el principal problema es el equipo antiguo, seguramente este pilar será prioritario y se debe considerar como el clave para iniciar un proyecto MPT. No es posible mejorar el mantenimiento planificado de esta clase de maquinaria, hasta que no se eliminen los problemas crónicos que impiden que el equipo sea predecible en tiempo, para establecer rutinas acertadas de mantenimiento preventivo.

SHIROSE, K, (2000). Destaca. “La relación del pilar de Mejora Enfocada con otros pilares MPT es intensa, ya que su metodología se emplea como parte del desarrollo de los pilares”:

- Como soporte para eliminar defectos identificados en las tres primeras etapas de Mantenimiento Autónomo.
- Para eliminar problemas habituales y de corta duración considerados en las etapas iniciales de Mantenimiento Planificado.
- Para mejora de las condiciones de seguridad de los equipos.
- Para eliminar problemas en áreas administrativas.
- Para eliminar barreras que impiden el flujo suave de materiales y productos.

El poder de las Mejoras enfocadas se encuentra en los pasos que se siguen para diagnosticar y eliminar los problemas. Este proceso permite "aprender de los problemas" y comprender el modelo como se presentan las situaciones anormales.

Esta comprensión global del problema, sensibiliza al personal de una planta sobre la necesidad de realizar trabajos preventivos y estas personas, logran desarrollar capacidades para prevenir la repetición de los problemas. Por este motivo, el pilar de Mejora Enfocada se considera como un sistema de aprendizaje, ya que practica rutinas (científicas) de análisis y solución de problemas empleando metodologías potentes y efectivas.

Las herramientas juegan un papel muy importante para asegurar que el proceso de análisis concluye con el aprendizaje esperado. Por este motivo el Instituto Japonés de Mantenimiento (JIPM), 1991, ha desarrollado métodos eficientes como:

- LUP.
- POR QUE – POR QUE
- 5 PORQUES (5W) Y 1 COMO (1H)

Técnicas graficadas en las **Figuras 1.8, 1.9 y 1.10.**

**Figura. 1.8** Técnica gráfica LUP.

LECCION DE UN SOLO PUNTO (LUP)						
Tema					Numero	
					Fecha de preparación	
Preparado por :						
Clasificación	Conocimiento Técnico		Casos de problema	SHE	Aseguramiento de Calidad	Mantenimiento Autónomo
		<input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Productividad <input type="checkbox"/> Mantenibilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> EPP's <input type="checkbox"/> Reglas <input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Revisado por : Firma y Cargo</div> <div>Aprobado por : Firma y Cargo</div> </div>						
Resultados	Fechas					
	Instructor					
	Participantes					

**Elaborado por:** El investigador.



**Figura. 1.9** Técnica Grafica Análisis 5 PORQUES (5W) Y 1 COMO (1H)

<b>ANALISIS 5 PORQUES (5W) Y 1 COMO (1H)</b>						
				GERENTE	LIDER	NOMBRE
LINEA:		PROBLEMA				
M/C No.						
FECHA DE APARICION:		TIEMPO PERDIDO:	CLASE	<input type="checkbox"/> ESPORADICO (PUNTUAL)		
FECHA DE RESTAURACIÓN:				<input type="checkbox"/> CRONICO (REPETITIVA)		
QUE (WHAT) EN QUE COSA?						
CUANDO (WHEN) CUANDO OCURRIO?						
DONDE (WHERE) LINEA/MAQUINA/LOCAL?						
QUIÉN (WHO) DEPENDIENTE O INDEPENDIENTE DE HABILIDAD?						
CUAL (WHICH) EXISTE TENDENCIA ALEATORIA O HAY PATRON?						
COMO (HOW) CON RESPECTO AL OPTIMO?						
CUANTOS (HOW MANY) QUE CANTIDAD EN EL TIEMPO?						
RESUMEN DEL FENOMENO						

**Fuente:** JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), Programa de Desarrollo del TPM, Edición en español por Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid, España, 1991

**Elaborado por:** El investigador.



Figura. 1.10 Técnica Gráfica Análisis "PORQUE - PORQUE"

ANÁLISIS "PORQUE - PORQUE"						
PLANTA OBJETIVO	LINEA	GRUPO	LÍDER	FECHA		
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1a RONDA	2a RONDA	3a RONDA	4a RONDA	5a RONDA	IDEAS MEJORA	
A	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
B	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
C	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
D	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
E	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
F	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
ANÁLISIS FINALIZA		ANÁLISIS CONTINUA		MARCAR CON		OFICINA DE TPM

**Fuente:** JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), Programa de Desarrollo del TPM, Edición en español por Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid, España, 1991

**Elaborado por:** El investigador.

Además de los métodos MPT, una empresa puede utilizar otro tipo de herramientas poderosas para el análisis de problemas, las más utilizadas son las herramientas de calidad e ingeniería de calidad. Sin embargo, estas pueden no ser útiles en situaciones específicas de averías y fallos técnicos de equipo, donde los métodos MPT son muy poderosos.

Los beneficios reportados por organizaciones que han decidido implantar masivamente este pilar en sus plantas son excelentes debido que se aplico exitosamente y que la interrelación entre el empleado maquina fue exitoso. La empresa Migplas S.A del sector, productor de todo tipo material plástico, manifiesta haber reducido los costes de mantenimiento en 40 % y un incremento de la Efectividad Global de Equipos (OEE) en cerca de 10 % a los siete meses de haber iniciado el pilar Mejoras Enfocadas.

Otras empresas informan sobre reducciones de más de 40 % del tiempo utilizado para la limpieza y mantenimiento autónomo, gracias a la aplicación de los ciclos de mejora para eliminar fuentes de fugas y áreas de difícil acceso durante la limpieza.

Creemos firmemente que puede ser un buen inicio para la introducción de un proyecto global MPT. Facilita sensibilizar al personal sobre la necesidad de cuidar y conservar los equipos que utilizan en el proceso de producción y afirmar el compromiso de todo el personal para que la aplicación de este pilar sea exitosa. Suministra metodología para aprender a conocer profundamente la maquinaria que se encuentra en el centro de producción, crea retos de mejorar y los resultados se pueden apreciar fácilmente, prepara la fábrica para el inicio de otros pilares menos técnicos pero de alto contenido de transformación organizativa como el Mantenimiento Autónomo.

## CAPÍTULO II

### 2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este capítulo se acudió a la colaboración de los empleados, trabajadores, personal administrativo, y la gerencia del Centro de Producción “El Sol”, a los cuales se realizó encuestas, entrevista para conocer las necesidades del Centro, la situación actual por la cual está atravesando, el proceso productivo y procedimientos de trabajo empleados en el centro de producción donde se ven involucrados trabajos como: soldadura, mecanización de la chapa metálica, montaje, etc.

En este capítulo se analizó los datos de la encuesta aplicada al personal, y la entrevista efectuada al Gerente de la Empresa.

#### 2.1 CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN EL “SOL.”

##### ***2.1.1 Centro de producción “EL SOL” (Breve Reseña Histórica).***

El Centro de producción el sol se constituye en Ambato (Tungurahua) – Ecuador el 34 de abril del 1996 como una empresa dedicada a la transformación de productos metálico, La razón fundamental para la que fue creada es el tratamiento de materiales metálicos, y de ahí en adelante ampliando su capacidad de producción se dedica al desarrollo y diseño de máquinas y construcción de ambiente cerrado para la industria.

El centro de producción EL SOL; aporta a la provincia de Tungurahua, ya sea con el desarrollo y construcción de estructuras metálicas, plataformas y elaboración de sillas, mesas metálicas y todo lo relacionado a muebles de oficinas, sus exportaciones lo realizan bajo pedido para clientes grandes, pequeños y medianos es por ello que esta industria ha venido progresando muy aceleradamente para este año se extenderá con la creación de su tercera nave de producción.

### ***2.1.2 Ubicación***

Las instalaciones industriales del Centro de producción el sol se encuentra localizada Ambato, Panamericana Sur, Huachi el Belén km 2 ½ vía a Riobamba a 100 metros de la gasolinera sur, las instalaciones ocupan un área de 8000 m<sup>2</sup>.

Las instalaciones limitan al norte con la empresa Auto repuestos “CEPSAN S.A”, al este con la Hacienda “TENERIA DIAZ”, al oeste la Mueblería “Nativos” y al sur “Ferredominguez CTA. LTDA.”.

### ***2.1.3 Instalaciones***

La comercialización de su producto lo realiza desde las instalaciones que quedan ubicadas en la Planta.

La empresa cuenta por el momento con dos naves Industriales, una Oficina Administrativa, una oficina de ventas.

**Fig. 2.1** Instalaciones del Centro de Producción El Sol



**Fuente:** Centro de Producción El Sol

Elaborado por: El investigador.

### ***2.1.4 Naves Industriales***

Tienen una altura de 10 metros y el área es de 717.3172 m<sup>2</sup>, está conformado de una estructura metálica, cimentada, que consta de dos paredes laterales, dejando la pared lateral para la circulación del personal, permitiendo la circulación del aire, mejorando la ventilación e iluminación. Estas naves se divide en diferentes áreas como:

- a) Almacenamiento de materia prima
- b) Corte
- c) Doblado
- d) Taladrado y esmerilado
- e) Ensamblaje
- f) Tratamiento de lavado
- g) Pintura Electrostática esta área es independiente de las naves y se encuentra ubicada al lado izquierdo de las naves de producción ya que se utiliza para pintar el producto terminado de las dos naves.
- h) Secado
- i) Tapizado y armado
- j) Bodega
- k) Vestidores

Los productos son fabricados en sus dos naves industriales las mismas que se encuentra adecuada y equipada para realizar sus respectivos productos.

La empresa en su capacidad productiva tiene definido cada área de manufactura para la elaboración de su producto, fomentando de esta manera nuevos productos.

**Fig. 2.2.** Nave industrial # 1.



**Fuente:** Centro de Producción El Sol

**Elaborado por:** El investigador.

**Fig. 2.3.** Nave industrial # 2.





**Fuente:** Centro de Producción El Sol

**Elaborado por:** El investigador.

### ***2.1.5 Visión***

Destacarse en el mercado local, nacional e internacional como una empresa innovadora y en constante crecimiento, ofreciendo productos de calidad y aplicando de forma correcta y segura los procedimientos y técnicas necesarios para a ser crecer nuestra organización.

### ***2.1.6 Lema***

**“El Trabajo Y La Lucha Llamam Siempre A Los Mejores.”**

### **2.1.7. Misión**

Proporcionar y crear soluciones cumpliendo los requerimientos y necesidades de nuestros clientes con un equipo de trabajo altamente competitivo y calificado.

### **2.1.8 Política Integral**

El Centro de producción el SOL fábrica y comercializa sus productos de acuerdo a todos sus lineamientos establecidos:


1. Proveer productos que cumpla con las necesidades del cliente.
2. Mantener procesos productivos eficientes en términos de costo y tiempos de entrega.
3. El mejoramiento continuo de procesos, en concordancia con el medio ambiente y la sociedad.
4. Aplicar de forma correcta y segura los procedimientos y técnicas necesarios para hacer crecer la confianza del cliente.

### **2.1.9 Organigrama de la Empresa**

El Centro de Producción El Sol por ser una empresa con alto nivel competitivo se hace necesario establecen un organigrama para establecer niveles de mando.

**Fig. 2.4.** Organigrama estructural del centro de producción sol.





**Fuente:** Centro de Producción El Sol

**Elaborado por:** El investigador.

## **2.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS EMPLEADOS Y TRABAJADORES DEL “CENTRO DE PRODUCCION EL SOL”**

Para comprobar la hipótesis se realizó el siguiente cuestionario que está dirigido a trece trabajadores y dos empleados del centro de producción “EL SOL”. Sirve para conocer la metodología empleada en las instalaciones de la nave industrial si esta es adecuada y cuentan o no con la correcta ubicación de las máquinas, las herramientas necesarias para obtener productos de calidad.

Además se utilizó para conocer los problemas y necesidades presentes en el proceso productivo del Centro de Producción.

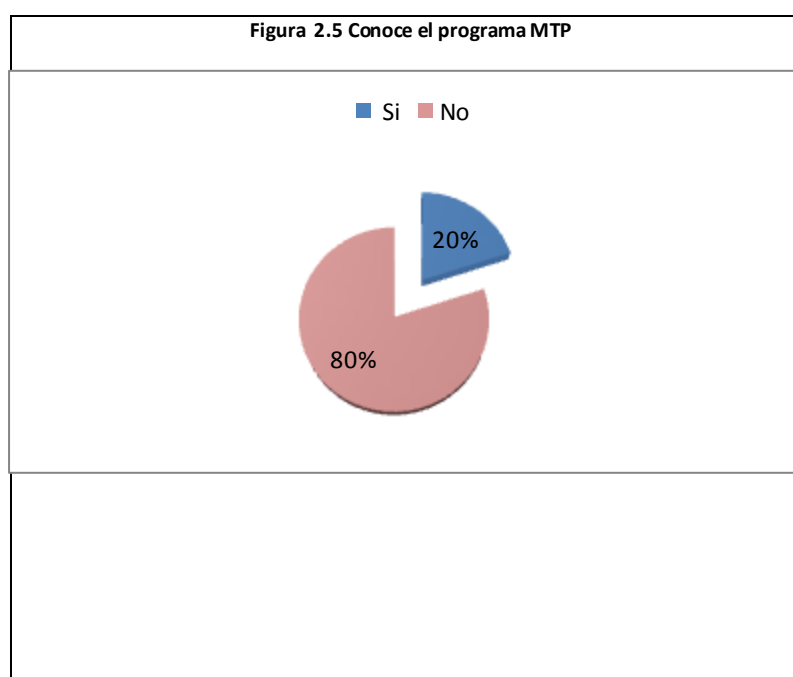
A continuación se presenta los resultados y análisis de las encuestas realizadas a los trabajadores y empleados.

El modelo de encuesta aplicada está disponible en el ANEXO 1, la misma que consta de doce preguntas y son de tipo abierta, cerrada y respuestas múltiples debido a que permite una mejor recolección de información.

### 2.2.1 Encuestas realizadas a los empleados y trabajadores del Centro de Producción el Sol

1.- Conoce usted el programa de mantenimiento productivo total (MPT).

Tabla 2.1 Conoce el programa MTP		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	3	20,00%
No	12	80,00%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

### **Análisis**

De los 15 encuestados, el 20% opinan que si conoce sobre el programa del Mantenimiento Productivo Total, y por otra parte el 80% de empleados manifiesta no saber de este tipo de programa.

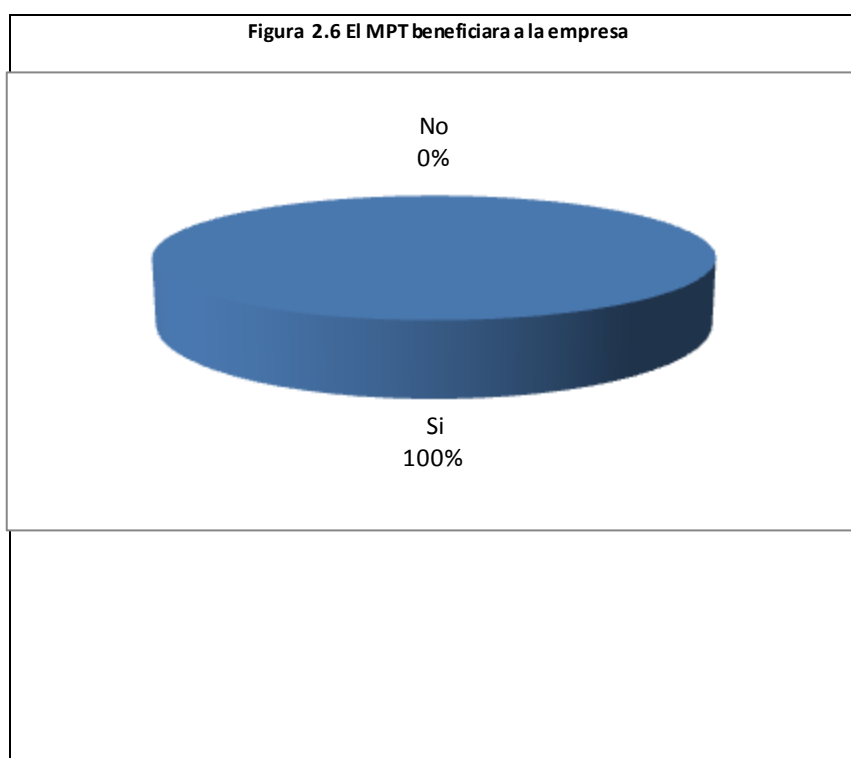
### **Interpretación:**

Los empleados y trabajadores en un gran porcentaje no conocen que es el MPT, por ser un programa nuevo, el mismo que proporciona grandes beneficios a las

instituciones que las implanten y deben capacitar al personal que labora en las fábricas para que estén acorde a sus requerimientos.

2.- Cree usted qué el mantenimiento productivo total (MPT), podría ayudarle en su empresa.

Tabla 2.2. El MPT beneficiara a la empresa		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	15	100,00%
No	0	0,00%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

## **Análisis**

De los 15 empleados encuestados, el 100% opinan que un programa nuevo de mantenimiento les ayudaría a mejorar la producción y el control del centro de producción.

## **Interpretación**

Todos los empleados y trabajadores están de acuerdo que el nuevo programa de mantenimiento será de gran ayuda para optimizar tiempo y recursos, así los productos podrán fabricarse de una manera más eficiente.

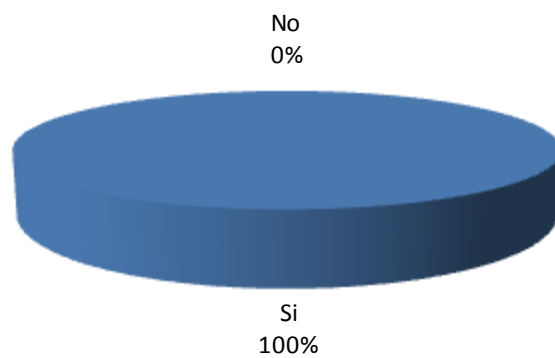
3.- Estaría dispuesto a hacer los cambios necesarios para poder implementar dicho programa.

Tabla 2.3 Implementar MPT		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	15	100,00%
No	0	0,00%
TOTAL	15	100%
<b>Fuente:</b> Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.		



Elaborado por: El investigador.

Figura 2.7 Implementar MPT



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".

**Elaborado por:** El investigador.

## Análisis

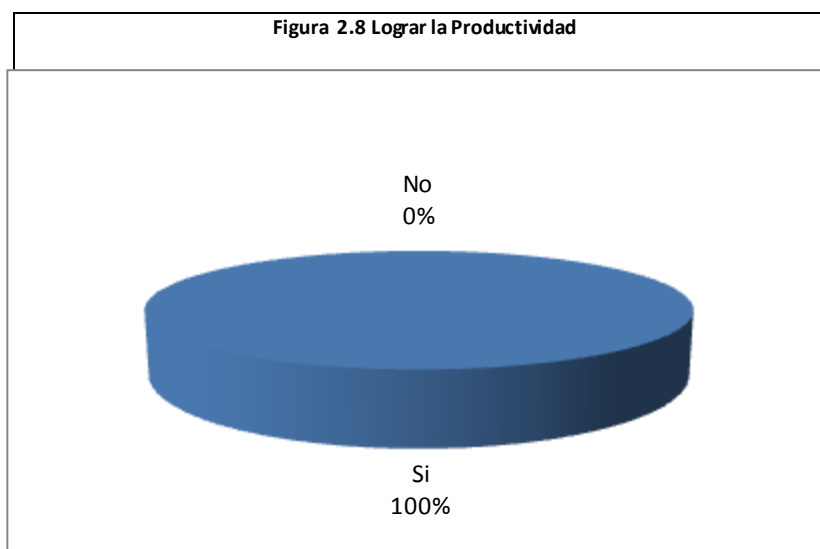
De los 15 empleados encuestados, el 100% opinan que si estaría dispuesto a hacer los cambios necesarios para poder implementar el programa MPT.

## Interpretación

Los empleados encuestados en su totalidad manifiestan que los beneficios que obtendrían al implantar el nuevo programa de mantenimiento total ayudarán a fortalecer la producción, mediante la optimización de tiempo y recursos.

4.- Es importante para usted lograr la productividad por medio del mejoramiento continuo.

Tabla 2.4 Lograr la productividad		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	15	100,00%
No	0	0,00%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

### **Análisis**

De los 15 empleados encuestados, el 100% opinan que es importante lograr la productividad por medio del mejoramiento continuo aplicado a las fábricas, centros de producción.

### **Interpretación**

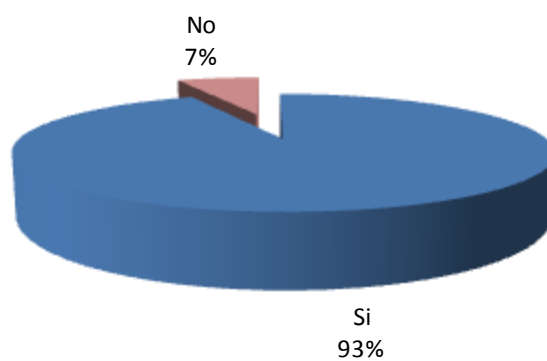
La totalidad de trabajadores encuestados manifiestan que se logrará el fortalecimiento de la producción en las empresas a través del programa de mantenimiento total, lo cual les permitirá verificar y complementar los resultados habilidades de los trabajadores con este tipo de sistema.

5.- Le gusta el trabajo que Usted realiza.

Tabla 2.5 Satisfacción en el trabajo que desarrollan		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE

Si	14	93,33%
No	1	6,67%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.		
Elaborado por: El investigador.		

**Figura 2.9 Satisfacción en el trabajo que desarrollan**



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

**Análisis**

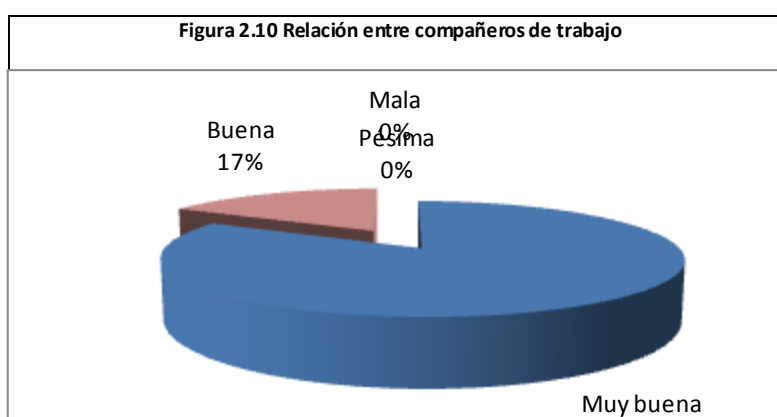
De los 15 empleados encuestados, el 93% que representan a 14 trabajadores opinan que si les gusta el trabajo que desarrollan, mientras que el 7% opina lo contrario.

## Interpretación

La mayoría de encuestados manifiestan que les gusta el trabajo que ejecutan día a día en el Centro de Producción, ya que a través del tiempo desarrollan sus actividades de forma espontanea y sus conocimientos lo aplican en el taller.

6.- Como califica la relación con sus compañeros de trabajo.

Tabla 2.6 Relación entre compañeros de trabajo		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy buena	12	83.33%
Buena	3	16.67%
Mala	0	0%
Pésima	0	0%
TOTAL	15	100%
<b>Fuente:</b> Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
<b>Elaborado por:</b> El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

## **Análisis**

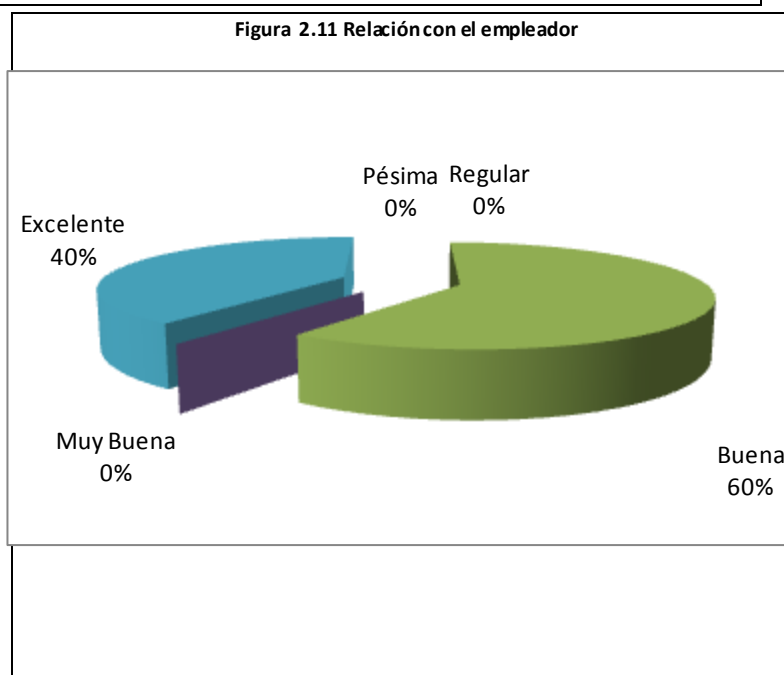
Con respecto a la relación entre compañeros de trabajo, el 83% manifiestan que la relación es muy buena, en tanto que el 17% expresan que es buena.

## **Interpretación**

Para que exista un adecuado ambiente de trabajo y así los empleados sientan confianza de las labores que realizan, se deberá darles charlas de relaciones humanas lo cual facilitará la interrelación entre compañeros.

7.- Como considera usted la relación con sus jefes.

Tabla 2.7 Relación con el empleador		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Pésima	0	0%
Regular	0	0%
Buena	9	60%
Muy Buena	0	0%
Excelente	6	40%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

### **Análisis**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que apenas el 40% de los empleados tienen una relación excelente con sus jefes y el 60% consideran que su relación es buena.

### **Interpretación**

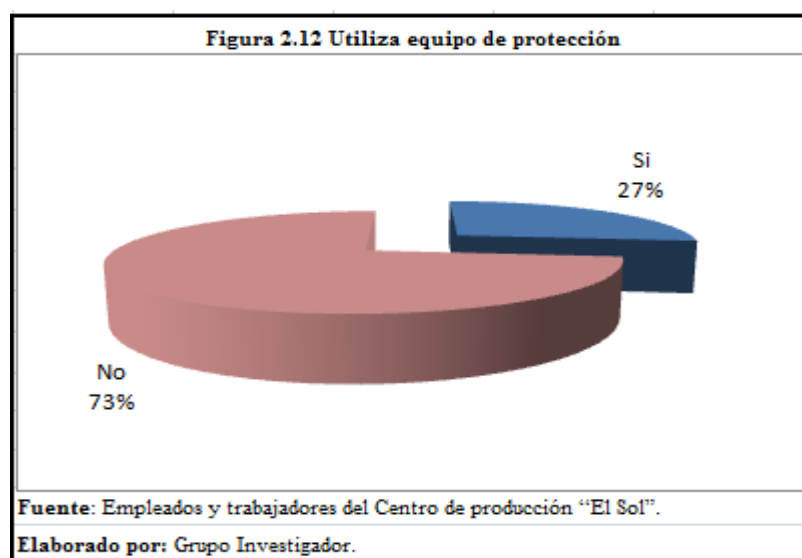
En la actualidad es necesario que los empleados tengan una relación excelente con sus jefes, para crear un adecuado ambiente de trabajo, y exista la armonía ya es de vital importancia para la formación de los empleados satisfechos y contentos de su trabajo.

8.- Usa usted equipo de protección personal adecuado.

Tabla 2.8 Utiliza equipo de protección		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	4	26,67%
No	11	73,33%



TOTAL	15	100%
<b>Fuente:</b> Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.		
<b>Elaborado por:</b> El investigador.		



## Análisis

En la investigación realizada, el 27% de los encuestados que representa a 4 personas utilizan equipo de protección personal mientras que el 73% de trabajadores no usan al momento de ejecutar sus labores.

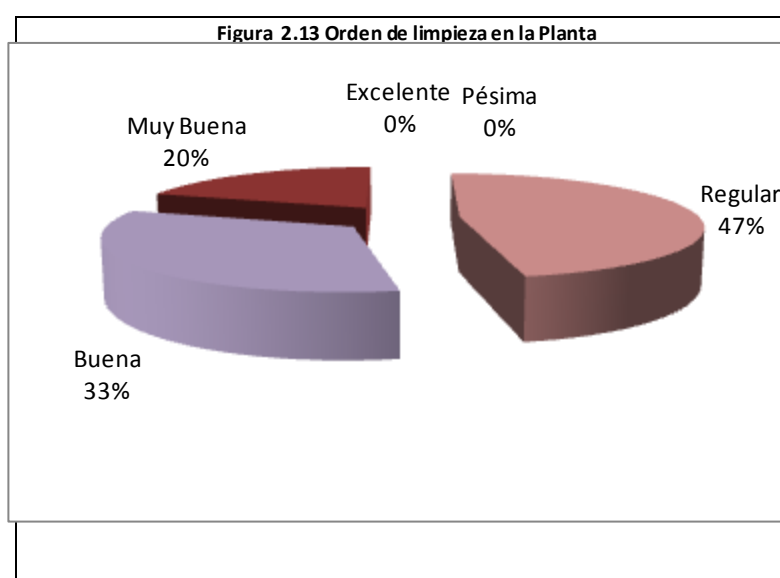
## Interpretación

En base a los resultados obtenidos se puede manifestar que los empleados de este centro de producción no están protegidos en su lugar de trabajo, por lo que es de gran importancia que el empleador dote de estos instrumentos y equipo de

protección para que los trabajadores desempeñen sus actividades de forma segura y adecuada.

9.- ¿Cómo califica el orden y la limpieza en la Planta?

Tabla 2.9 Orden de limpieza en la Planta		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Pésima	0	0%
Regular	7	47%
Buena	5	33%
Muy Buena	3	20%
Excelente	0	0%
TOTAL	15	100%
<b>Fuente:</b> Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
<b>Elaborado por:</b> El investigador.		



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

### **Análisis**

Después de tabular las respuestas de los encuestados se puede apreciar que el 47% estiman que el orden y la limpieza en la Planta es regular, el 33% creen que es bueno, mientras el 20% de los empleados consideran que es muy bueno.

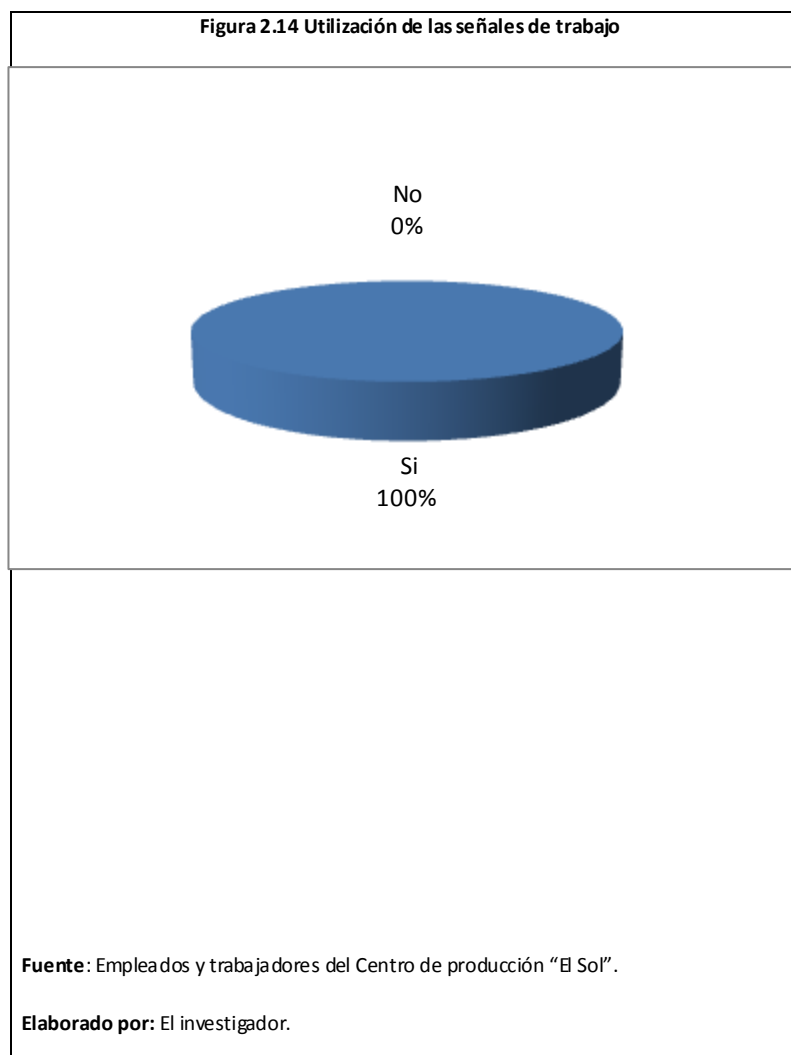
### **Interpretación**

El mayor porcentaje de empleados manifiestan que las instalaciones carecen de una limpieza adecuada que les permitan realizar sus actividades de manera correcta; es por ello que se considera importante que se dote de este servicio para que los empleados tengan un lugar de trabajo adecuado.

10.- ¿Es necesario la existencia de señales de seguridad en las diferentes áreas de trabajo?

Tabla 2.10 Utilización de las señales de trabajo		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE

Si	15	100,00%
No	0	0,00%
TOTAL	15	100%
<b>Fuente:</b> Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.		
<b>Elaborado por:</b> El investigador.		



## Análisis

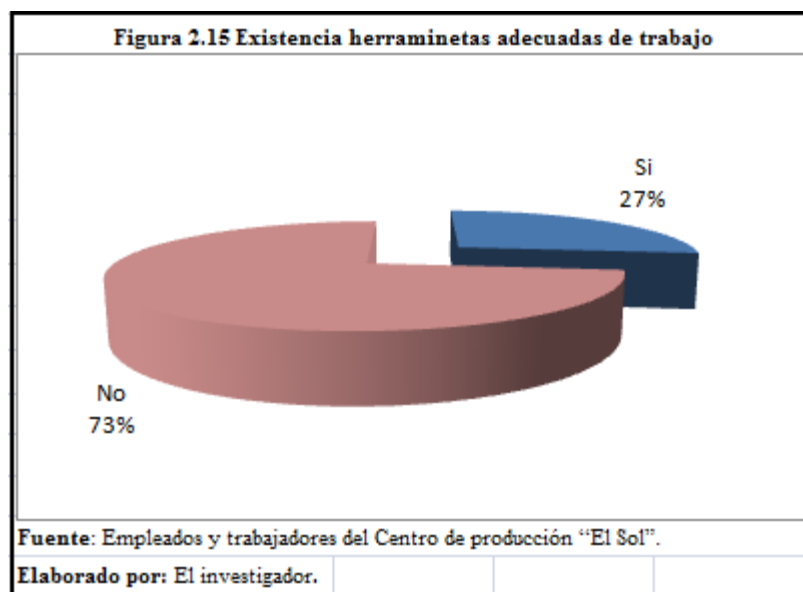
Con respecto a la necesidad de señales de seguridad el 100% de empleados y trabajadores están de acuerdo que es indispensable la utilización de este tipo de señales.

### Interpretación

La totalidad de los empleados encuestados manifiestan que las señales de seguridad deben ser ubicadas en todas las áreas de trabajo, ya que con ello permitirá fortalecer la seguridad en el centro de producción.

11.- Cree usted que la herramienta que existe en cada área de trabajo es la adecuada.

Tabla 2.11 Existencia herramientas adecuadas de trabajo		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	4	26,67%
No	11	73,33%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



### Análisis

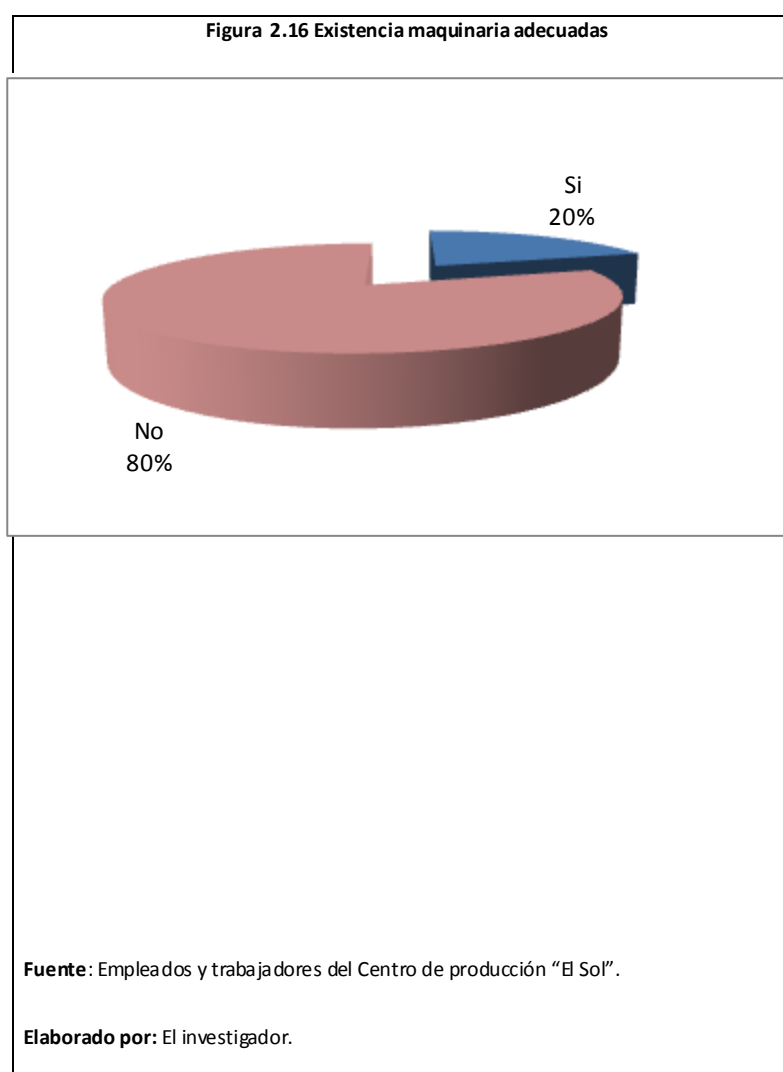
En base a los resultados obtenidos se observa que el 27% de los empleados manifiestan que si existe la adecuada herramienta en las áreas de trabajo, mientras que el 73% dicen lo contrario.

### Interpretación

Los empleados para desarrollar productos de calidad deben contar con maquinaria y herramientas de trabajo adecuadas para ejecutar sus labores de manera eficiente y eficaz.

12.- Cree usted que está bien distribuidas las máquinas y las áreas de trabajo.

Tabla 2.12 Existencia maquinaria adecuadas		
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	3	20,00%
No	12	80,00%
TOTAL	15	100%
Fuente: Empleados y trabajadores del Centro de producción "El Sol".		
Elaborado por: El investigador.		



### **Análisis**

Se desprende que del 100% de empleados encuestados, el 20% consideran que la distribución de las máquinas y áreas de trabajo están bien ubicadas, mientras que el 80% manifiestan que está mal hecha esta distribución.

### **Interpretación**

El mayor porcentaje de empleados manifiestan que existe una mala distribución del espacio en las áreas de trabajo impidiéndoles realizar sus actividades de manera correcta; es por ello que se considera importante redistribuir correctamente las áreas de trabajo para que los empleados tengan un lugar de trabajo adecuado.

## **2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA APLICADA AL GERENTE DEL “CENTRO DE PRODUCCION EL SOL”**

Para una mejor verificación de la hipótesis se acude a la cooperación del Gerente General al mismo que se le realizó una entrevista ya que él conoce información sobre la situación de su empresa “Centro de Producción “EL Sol”.

### **CUESTIONARIO DE LA ENTREVISTA**



1. Breve descripción acerca del proceso productivo.

### **Análisis**

El proceso productivo se basa en la construcción de estructuras y muebles metálicos, los mismos que cumplen con los principios y normas ya estandarizadas.

Dependiendo del tipo de producto se establece la secuencia del proceso, el mismo que tiende que desarrollarse en las diferentes áreas como son: Almacenamiento de materia prima, corte, doblado, taladrado y esmerilado, ensamblaje, tratamiento, pintura, secado, tapizado - armado y bodega.

2. Cuáles son los principales problemas que se le ha presentado dentro de proceso productivo.

### **Análisis**

El problema principal radica en la mano de obra a causa de la deficiencia en la capacidad de trabajo, falta de conciencia para sacar productos de calidad, falta de organización en la designación de labores en el área administrativa.

3. Cuáles son los productos que usted considera son tipo A o estrella de su empresa.

### **Análisis**

Las estructuras y muebles metálicos son los productos que dejan mayores utilidades.

4. Cómo cree que su empresa puede llegar a ser más competitiva y eficiente.

### **Análisis**

Con la aplicación práctica de la teoría científica sobre procesos de producción y mantenimiento, llegar a ser más técnicos para obtener productos de calidad a menor costo satisfaciendo las expectativas del cliente.

5. Cuáles son sus expectativas al implementar la nueva nave industrial.

### **Análisis**

Satisfacer las necesidades de los clientes, ya que necesitamos incrementar la producción para completar los pedidos.

6. En qué áreas siente que debería mejorar sus procesos.

### **Análisis**

Existe una mayor deficiencia en el área de mecanizado y soldadura por que los trabajadores no aplican la técnica adecuada, realizan la actividad en base a la experiencia adquirida, teniendo como principal problema el desperdicio de materia prima.

En el área de los tornos por la carencia de personal adecuado, siendo un problema ya que se crea la deficiencia de las máquinas por no aplicar las normas adecuadas.

7. De qué manera motiva a sus empleados y trabajadores.

#### **Análisis**

Desarrollo de confianza en ellos y por las remuneraciones económicas.

8. Qué tipo de máquinas, herramientas o equipos forman parte del proceso productivo.

#### **Análisis**

Una de las principales máquinas es el tomo, dentro de los equipos de ensamblaje encontramos las sueldas eléctricas, MIG, la rectificadora de superficies planas.

El equipo de pintura electrostática junto con el horno de secado son otros equipos de suma importancia que forman parte del proceso de producción.

9. Qué le gusta y qué no le gusta de sus empleados.

#### **Análisis**

Me agrada de los empleados la solidaridad con la empresa y con todos sus compañeros; y lo que me desagrada es la falta de responsabilidad en el trabajo de algunos empleados

10. Relate la evolución de su empresa en estos últimos años.

#### **Análisis**

La empresa ha evolucionado de forma vertiginosa luego de crear un plan de publicidad en la provincia, ya que algunas instituciones públicas y privadas no conocían de la existencia de la misma.

Las expectativas se van cumpliendo día a día en base a la dedicación y el esfuerzo continuo,

## **2.4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

### ***2.4.1 Enunciado***

“La implementación de un Plan de Mantenimiento Productivo Total permitirá un adecuado control periódico y organizado de las máquinas existentes en la empresa “El Sol”, disminuyendo los riesgos laborales con un funcionamiento óptimo de las mismas.”

### ***2.4.2 Resultados De La Investigación***

Para la verificación de la hipótesis, se utilizó la encuesta como instrumento de recopilación de información, la población en este caso son los trabajadores relacionados con el proceso productivo del centro de producción “El Sol.”

Mediante la encuesta que se realizó por parte del investigador se establece que; los resultados obtenidos en la encuesta efectuada a los trabajadores del centro de producción “El Sol.”, se pudo concluir que existen, continuos problemas que surgieron durante el proceso de fabricación de muebles, puertas y todo lo

relacionado en metal en el centro de producción “El Sol” ubicado en Ambato, vía a Riobamba a 100 metros de la gasolinera sur”, para lo cual se decidió aplicar esta nueva metodología para mejorar el funcionamiento del Departamento de Mantenimiento y de todo el Centro De Producción, los principales problemas que deben ser solucionados; como son, la falta de recurso humano, la ineficiente metodología empleada, la entrega tardía de la planta para realizar labores de mantenimiento así también como las de producción, etc.

Mediante observación de campo se ha observado en el taller que no cuenta con la metodología adecuada para un buen funcionamiento de la planta y a partir de este análisis se notó la falta de recurso humano, la estructura organizacional no está bien definida por ende existe conflictos en la gestión empresarial y de mantenimiento, no se tomó en cuenta las necesidades de los trabajadores como el ambiente de trabajo y los riesgos que corren por el mal estado de la planta así como también el carecer de los EPIs necesarios para su protección.

### **2.4.3 Tipos de Mantenimiento aplicados.**

En la actualidad, se vienen desarrollando en la planta dos tipos de mantenimiento los cuales se detalla a continuación cabe indicar que lo han venido realizando de manera empírica:

**Mantenimiento Correctivo:** Es el mantenimiento que se hace después de la avería. El equipo puede seguir en funcionamiento hasta su reparación. Ej.: Fuga

de aceite de un reductor de velocidad, vibración de rodamientos de un sistema de transmisión, falla de bombeo por desgaste del impulsor, etc.

***Mantenimiento Correctivo No Planeado:*** Es el mantenimiento al que se lo denomina de emergencia. Después de la falla o avería el equipo debe ser reparado inmediatamente para no afectar en demasía la producción. Ej.: Daño del compresor de aire, falla en el sistema eléctrico, etc.

#### **2.4.4 Estructura y Áreas de trabajo del Departamento de Mantenimiento.**

El personal con el que se estructura el centro de producción y de mantenimiento es muy limitado, siendo éste uno de los obstáculos para realizar una buena gestión.

En estos momentos no cuenta con el personal necesario, la estructura del departamento de mantenimiento es muy limitada siendo este un gran inconveniente, cabe recalcar que la estructura actual está conformada por el Jefe de Producción y Mantenimiento, Auxiliar Mecánico, Auxiliar Eléctrico, como se lo gráfica en la Figura 2.5.

**Fig. 2.17.** Estructura Orgánica Funcional Actual.



**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

Las áreas de trabajo que se encarga de mantener el Departamento son prácticamente todas las que componen la planta, esto es: Sección sillones, sección muebles, sección carpintería, sección tapicería, sección terminados, etc.

### 2.4.5 Flujograma de la Gestión de Mantenimiento.

Actualmente la Gestión de Mantenimiento no está definida debido a continuos cambios en la administración del departamento y la falta de la determinación real del rol de mantenimiento en el centro de producción, como se lo indica en la Figura 2.6.

**Figura 2.18** Flujo Actual de la Gestión del Mantenimiento.





**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de producción “El Sol”.

**Elaborado por:** El investigador.

## **CAPITULO III**

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

En este capítulo se detalla el desarrollo de la implementación de la metodología del mantenimiento productivo total, la aplicación del mantenimiento autónomo, limpieza y atención básica, elaboración e implementación de estándares de control en la maquinaria y equipos, seguridad e higiene industrial, que nos ayuda a mantener limpia la máquina y a inspeccionarla mejor, la creación de los planes de mantenimiento correctivo y preventivo, logrando un buen funcionamiento del centro de producción.

#### **3.1. TEMA:**

“Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total (MPT) para el manejo eficiente del Centro de Producción Siderometalúrgico El Sol”

#### **3.2. PRESENTACIÓN**

Presento este modelo de la implementación del mantenimiento productivo total (MPT), con la finalidad de que el mismo sirva como guía en los diferentes centros de producción, tomando en consideración que cada organización presenta diferente problemática con características muy particulares y que por lo mismo el modelo puede tener variantes que se adecuen a condiciones específicas.

### **3.3. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación proporcionará una guía inicial para el análisis de procesos de mantenimiento en empresas pequeñas y a partir de este análisis se generaran planes de mantenimiento para el mejoramiento de los procesos de producción.

La investigación es de suma importancia pues en la actualidad es imprescindible contar con herramientas metodológicas que permitan a la empresa mostrar las diferentes actividades realizadas en la mismas como: organizaciones para mejoramiento, conocimientos de los procesos, modernización de los procesos, mediciones y controles de la aplicación de los planes de mantenimiento, este sector tiende a fabricar todo tipo de estructuras metálicas lo que conlleva una serie de actos riesgosos añadidos que dependen del tipo de trabajo a realizar como por ejemplo, trabajo de soldadura en altura o en lugares confinados.

Por tanto, este trabajo de investigación tiene una utilidad práctica ya que pretende crear planes de mantenimiento adecuados para mantener en óptimas condiciones la maquinaria y así de esta manera bajar los índices de accidentes que ocurren en este sector, debido a los factores físicos, químicos, mecánicos, mejorando la eficiencia y la productividad de las empresas que elaboran estos productos. El desafío, es entonces, cómo aplicamos los diferentes instrumentos que son diseñados para medir cuantitativamente, los procesos productivos tangibles e intangibles.

Es de utilidad metodológica pues servirá de base para futuras investigaciones en la implantación de esta metodología que apunta al cuidado de las maquinas y establecer un adecuado nivel de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, teniendo muy en cuenta los factores psicosociales y ergonómicos, también nos ayudara para obtener históricos de cada máquina y así poder realizar un mantenimiento preventivo adecuado.

La investigación beneficiara al grupo de trabajadores permitiendo una considerable reducción del grado de accidentes en el personal así como también el buen mantenimiento de la maquinaria permitiendo que no existan paradas innecesarias mejorando la producción y el bienestar del personal.

### **3.4. OBJETIVOS**

#### ***3.4.1. Objetivo General.***

- Implementar el Plan de Mantenimiento Productivo Total (MPT) en el Centro de Producción Siderometalúrgico “El Sol”, de la ciudad de Ambato, utilizando hojas de control que conlleven a optimizar el manejo práctico de manufactura

#### ***3.4.2. Objetivos Específicos.***

- Investigar las bases teóricas del plan de mantenimiento productivo total (MPT), para aplicarlos en el proyecto correctamente.
- Analizar la factibilidad de la implementación del plan de mantenimiento productivo total, (MPT) del Centro de Producción Siderometalúrgico “El Sol”.
- Recopilar la información del mantenimiento preventivo según los fabricantes de los equipos y de las recomendadas por los técnicos, estado actual de las tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan en el Centro De Producción.
- Aplicar el Plan de Mantenimiento productivo total en la Planta de Producción “EL SOL”.

### **3.5. FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN EL CENTRO DE PRODUCCION “EL SOL”.**

El estudio es factible por cuanto se dispone de los recursos materiales, económicos y humanos suficientes para efectuar la investigación, Esta conclusión se basa en la información recabada al personal que trabaja en el centro de producción “EL SOL”, quienes aseguran que están dispuestos a realizar los cambios necesarios para la aplicación de este programa.

### **3.6. IMPACTO**

La implementación del mantenimiento productivo total causó una gran acogida entre los empleados del centro de producción “EL SOL” debido a que logra que las actividades sean elaboradas en un lugar limpio ordenado y sobre todo con un recurso humano sensibilizado, concientizado de realizar sus actividades de manera efectiva en sus respectivas áreas de trabajo, también mediante la aplicación de esta metodología se generan planes de mantenimiento para el control de las máquinas existentes en el centro de producción, además reduce los riesgos de trabajo debido a los factores físicos, químicos, mecánicos mejorando el nivel de protección, salud y seguridad de los trabajadores.

### 3.7. IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN EL CENTRO DE PRODUCCION “EL SOL”.

La implementación se lleva a cabo en tres fases (preparación, introducción, implementación). La implementación se desarrolla tal como se muestra en la tabla.

**Tabla 3.1.** FASES DE DESARROLLO DEL MPT “EL SOL”

Fases de desarrollo del MPT	
Preparación	Anuncio formal de la introducción del MPT
	Diseñar un plan maestro
Introducción	Lanzamiento oficial
Implementación	Desarrollo del MA
	Desarrollo del MP
	Mejora de las maquinas

**Fuente:** Grupo Investigativo.

#### ***3.7.1. Anuncio formal de la introducción del MPT***

Este paso consistió en un anuncio formal de la introducción del MPT a nuestro centro de producción, para ello se realizo una reunión que se llevo a cabo en la oficina del gerente de la planta en el mes de febrero del 2011, donde participo el personal administrativo y operativo del centro de producción, en el cual hubo una integración del personal y se dio a conocer los conceptos y beneficios del MPT

El 21 de febrero del 2011, se llevo al personal administrativo y operacional conocer todo el centro de producción para empezar a desarrollar el MPT, empezando con una charla de motivación realizada por el gerente, con el objetivo de trabajar en el cambio cultural del personal en el periodo de la implementación.

### 3.7.2 Diseñar el Plan Maestro

El plan maestro es un programa para conseguir la implementación del mantenimiento productivo total, desde la preparación para la introducción, más las actividades a realizar. El plan maestro muestra clara mente la intención del centro de producción para alcanzar los objetivos planteados, este plan es revisado mensualmente para chequear el progreso del mismo, y poderlo alterar cuando sea necesario.

Tabla 3.2. PLAN MAESTRO DEL MPT “EL SOL”

ACTIVIDADES RELEVANTES DEL PLAN MAESTRO		
ACTIVIDAD:	CUMPLIMIEN	FECHA:
Introducción del MPT.		
Desarrollo del MA y actualización de data sheet de instrumentación.		
Desarrollo del MP y revisión de Instrumentación de lo requerido VS existente.		
Levantamiento de la hoja de vida de los motores.		
Revalidación de cálculos de criticidad, método regional.		
Implementación del Sistema de Mantenimiento Predictivo.		
Elaboración de Planes Visuales por áreas de procesos.		

**Elaborado por:** El investigador



### ***3.7.3. Lanzamiento Oficial***

Una vez que el periodo de preparación se ha implementado en el centro de producción se realiza el lanzamiento oficial, este evento consiste en una reunión con todo el personal, esta ceremonia consiste en que el Gerente del centro de producción comente al resto del personal que desde esta fecha, nuestro centro de producción va a empezar a eliminar las pérdidas, adicionalmente afirma la decisión de la introducción del MPT, explicando los objetivos, indicadores y el plan maestro del centro de producción.

Un aspecto importante es la comunicación por parte de todos los que conformamos el centro de producción, acerca del cambio estratégico que se inicia, y que gracias a esto se logra interés, motivación y compromiso en todos los niveles.

## **3.8. MANTENIMIENTO AUTONOMO APLICADO EN EL CENTRO DE PRODUCCION EL SOL.**

Siguiendo con el plan estratégico para la implementación del MPT, en esta fase se entrena al personal y se preparan los documentos necesarios para realizar las fases de limpieza, apriete y lubricación, para implementar el mantenimiento autónomo seleccionemos el área donde existen mayores pérdidas e inconvenientes, porque el personal está más sensibilizado sobre los problemas que producen la falta de aseo, limpieza y mal funcionamiento de los equipos.

Por lo tanto, para el caso del centro de producción “EL SOL” lo mejor es comenzar con el área de mecanizado, sin embargo no se debe descartar la posibilidad de iniciar las actividades en otras áreas, especialmente aquellas donde la falta de limpieza es apreciable y cualquier mejora brinde satisfacciones y ejemplo para otras.

No se recomienda intentar tomar la planta completa, es decir el centro de producción “EL SOL” y todas sus divisiones, para realizar esta primera etapa, porque es mejor iniciar una experiencia reducida para que se pueda controlar mejor su avance.

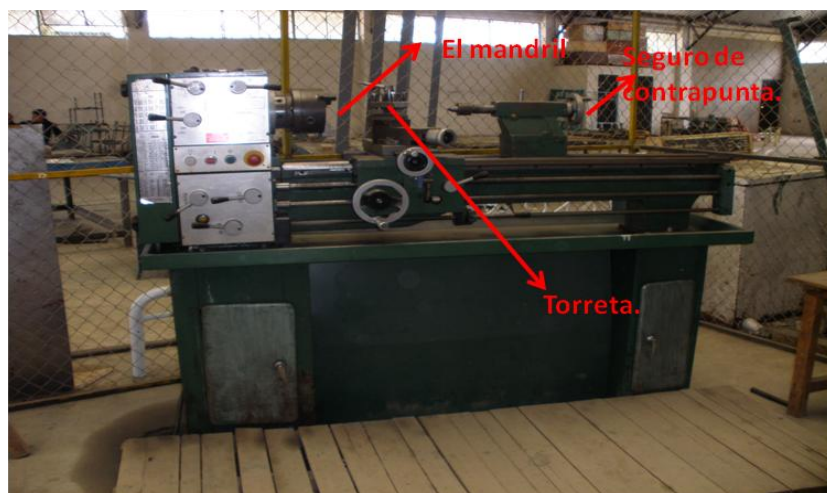
Durante esta experiencia se registro todo lo sucedido y el conocimiento adquirido que servirá de guía para iniciar experiencias similares en otras áreas del centro de producción, de esta forma se va progresando en cada una de las etapas, pero siempre con una experiencia de referencia más avanzada.

Las ayudas que se deben de preparar durante esta etapa son:

- Mapa de seguridad: es un diagrama del equipo seleccionado como piloto y sus áreas cercanas donde se muestra los posibles puntos de riesgos y de peligro para el personal que intervendrá en la de la limpieza y otras etapas del mantenimiento autónomo.

Como sería el caso del torno, se toma una fotografía y se marcan los puntos de riesgo para el personal.

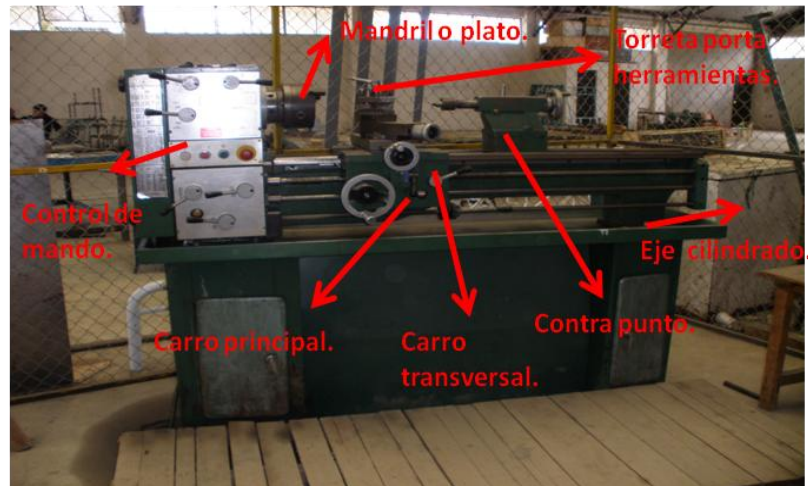
**Figura 3.1** Puntos de riesgo en el tomo.



**Elaborado por:** El investigador

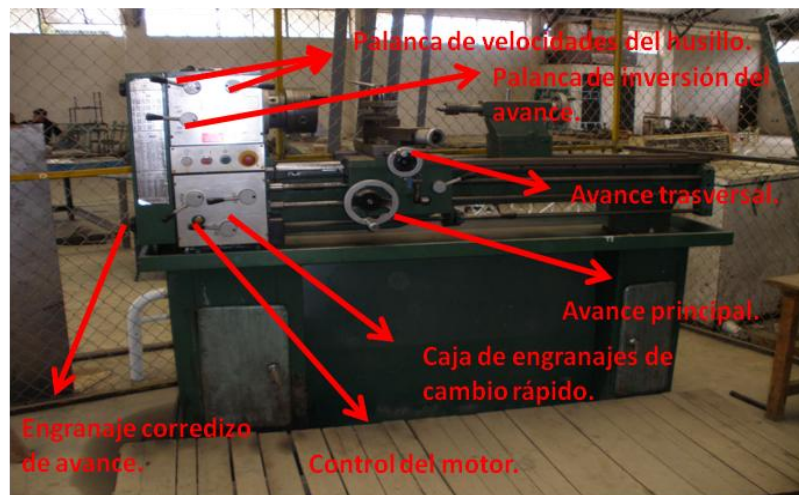
- Manual de situaciones: se trata de una fotografía en el que se muestra los esquemas de los equipos, su estructura de componentes, análisis de posibles causas de deterioro, matriz de inspección y limpieza.

**Figura 3.2.** Partes principales del tomo.



**Elaborado por:** El investigador

**Figura 3.3.** Controles principales del torno.



**Elaborado por:** El investigador

**Tabla 3.3** Matriz de inspección.

MATRIZ DE INSPECCION									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
Torno Paralelo universal Dist. E.P 1500mm. Com Husil	SISTEMA HIDRAULICO	NO puedan abrir o cerrar sus partes	MENSUAL	Ayudante Mecánico	Informe de reporte de novedades	0,25	2	0,5	6
	SISTEMA ELECTRICO	No permite operar los con normalidad	EN QUIEBRA	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	1	1	1	24
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Problemas para enfriar. Atraso de Producción	TRIMESTRAL	Ayudante mecánico	Informe de reporte de novedades	5	2	10	40
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0,25	1	0,25	3

**Elaborado por:** El investigador

**Tabla 3.4** Matriz de limpieza.

MATRIZ DE LIMPIEZA									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
Torno Paralelo universal Dist. E.P 1500mm. Com Husil	ESTRUCTURA METALICA	Acumulación de oxido	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desoxidante, viledas	1	2	2	48
	SISTEMA DE TRANSMISION	Mal funcionamiento de equipos y aparición de malos olores	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desengrasante ecologico, wipe, viledas	1	2	2	48
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destomilladores	3	1	3	12

**Elaborado por:** El investigador

En esta primera etapa se alcanzo las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantengan estas condiciones, los principios en los que se fundamentan esta primera etapa son:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección.
- La inspección se realiza para descubrir fallas o cualquier tipo de situación anormal en el equipo o las áreas cercanas de trabajo.
- Las fallas deben de corregirse inmediatamente para establecer las condiciones básicas del equipo.

Para descubrir fallas el proceso de limpieza es muy importante, porque en esta fase se debe de cumplir que la limpieza es inspección, que no se pretende asignar un tiempo para la limpieza al final del turno. Se explica y recalca que la falta de limpieza es una de las causas centrales de las averías de los equipos, debido a la abrasión causada por la fricción de los componentes deteriorando el estado funcional de las maquinas, y como consecuencia se presentan perdidas de precisión y estas conducen hacia la presencia de defectos de calidad de productos y paradas de equipos no programados.

De aquí la importancia del mantenimiento autónomo realizado por el operario en la conservación de la limpieza. Este en un principio solo se preocupa en dejar limpio y en orden el equipo, luego el operario se preocupa no solamente de mantenerlo limpio sino que trata de identificar las causas de la suciedad porque es un trabajo tedioso y que se debe de evitar identificando la causa profunda del polvo, contaminación o suciedad, contribuyendo con la identificación de las causas del mal estado de los equipos.

Posteriormente en un nivel de concientización superior, cuando el operario tome contacto con el equipo para realizar inspecciones mediante el aseo podrá identificar otra clase de anomalías como: tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, etc.

### **3.9 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO APLICADO EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN EL SOL.**

La implementación de este pilar comienza recordando el concepto de mantenimiento, el cual lo definimos como el conjunto de actividades desarrolladas, organizadas y administradas, con el objetivo de garantizar de forma económica el estado operacional de un determinado sistema.

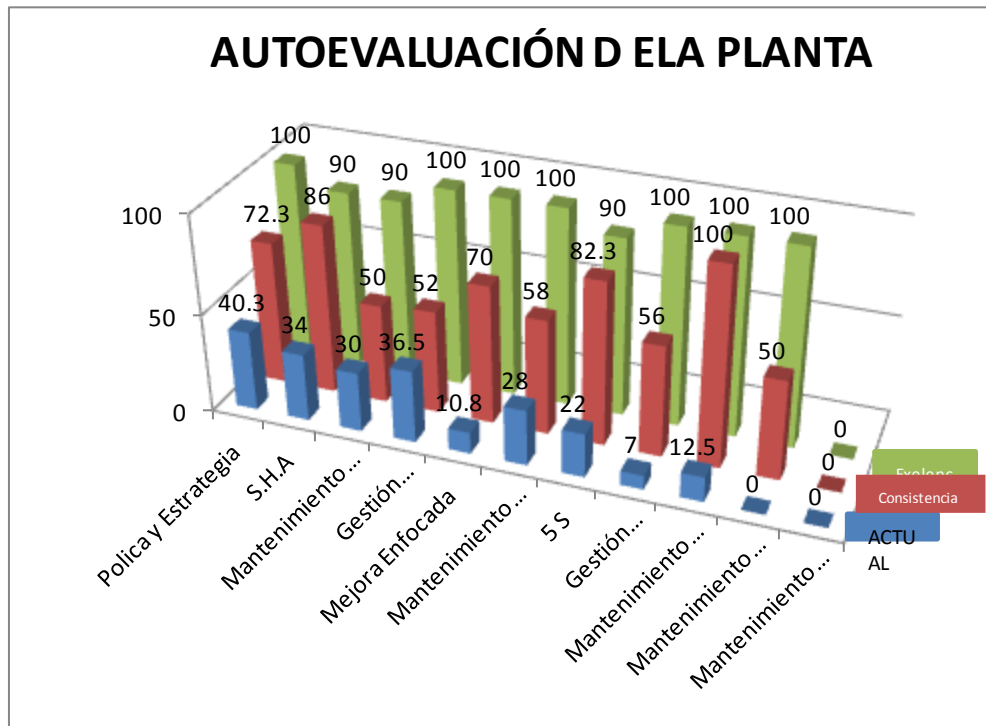
#### ***3.9.1. Evaluar el equipo y comprender la situación actual.***

La implementación de este pilar consistirá en:

- Estudio de la situación actual.
- Índice de averías y paradas.
- Costos de mantenimiento y,
- Mantenimiento después de la avería, y además el mejoramiento del proceso productivo y otros en un periodo de tres meses.

Para determinar los Puntos Críticos ( Figura 3.4), el grupo ocupacional de alta gerencia de la Planta de producción ( Figura 3.5), realizó una Autoevaluación en los siguiente ítems: Políticas y Estrategias, Seguridad e Higiene Ambiental, Mantenimiento Planeado, Administración Temprana, Mejora Enfocada, Mantenimiento de la Calidad, 5 S, Entrenamiento y Capacitación; y, como resultado de este análisis se idéntico como uno de los puntos críticos a la dirección temprana, mantenimiento planeado, resolviendo aplicar las correspondientes estrategias para optimizar el manejo del departamento de mantenimiento del centro de producción, para resolver la mayoría de inconvenientes que se presentan.

**Figura 3.4** Auto evaluación de la Planta producción “EL SOL”



**Elaborado por:** El investigador

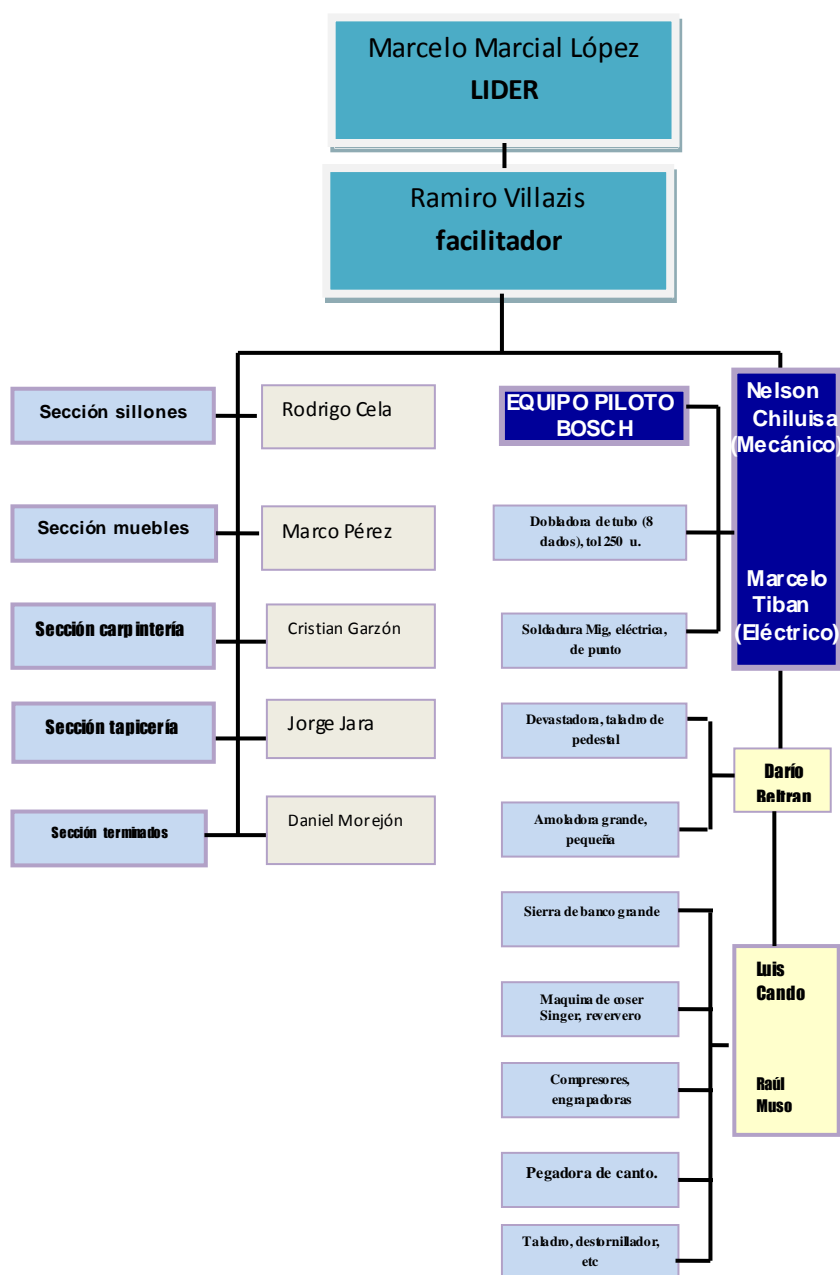
El departamento de mantenimiento del centro de producción “EL SOL”, medirá la aplicación mediante valores determinados en un formato que refleja la función que viene cumpliendo, estos serán: producción, calidad, costos, seguridad y moral.

Vale mencionar, que la visión del Departamento de Mantenimiento es la de ser reconocido como el mejor proveedor de servicios del centro de producción, garantizando el más alto índice de confiabilidad de los equipos y al más bajo costo correspondiente.

La interpretación de este formato es de la siguiente manera:

El color azul indica la situación actual de la planta de producción, el color café nos indica que estamos por buen camino; mientras, que el color verde son los parámetros con los que debe de funcionar óptimamente el centro de producción.

**Figura 3.5** Grupo ocupacional del centro de producción “EL SOL”



**Elaborado por:** El investigador

Sus tres niveles hacen referencia a quiénes son los responsables del cumplimiento de los indicadores. La superior es para la Gerencia, la intermedia es para la Coordinación y la inferior es para el Grupo de Operación.



### 3.9.2. Aplicación del plan maestro

**Tabla 3.5** Actividades del plan maestro.

ACTIVIDADES RELEVANTES DEL PLAN MAESTRO		
ACTIVIDAD:	CUMPLIMIEN	FECHA:
Introducción del MPT.	100%	12/02/11
Desarrollo del MA y actualización de data sheet de instrumentación.	45%	18/02/11
Desarrollo del MP y revisión de Instrumentación de lo requerido VS existente.	58%	11/03/11
Levantamiento de la hoja de vida de los motores.	60%	22/03/11
Revalidación de cálculos de criticidad, método regional.	50%	04/04/11
Implementación del Sistema de Mantenimiento Predictivo.	30%	20/04/11
Elaboración de Planes Visuales por áreas de procesos.	30%	15/05/11

**Elaborado por:** El investigador

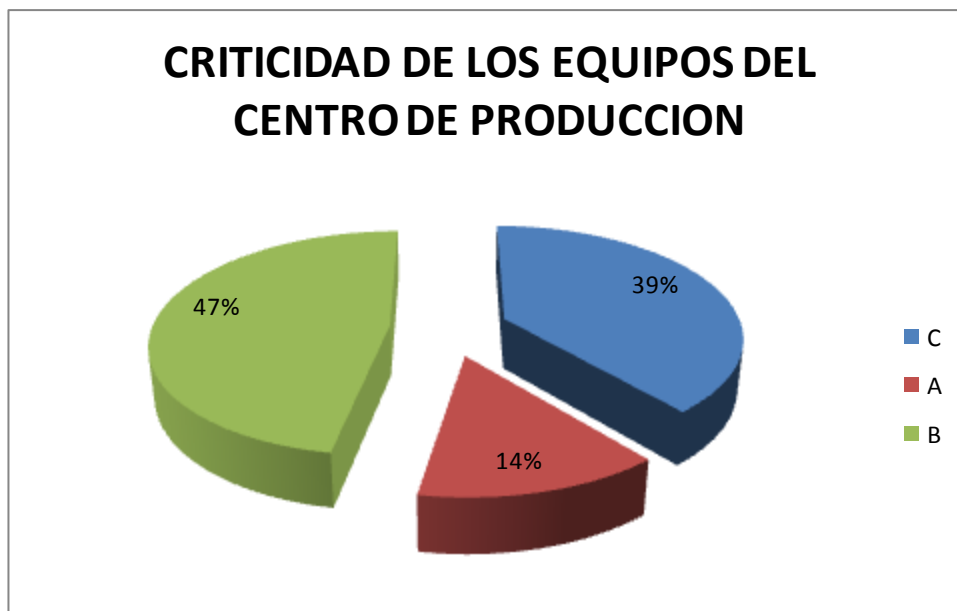
Es necesario lograr que las actividades del plan maestro se cumplan secuencialmente ya que está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo porque permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas de los equipos del centro de producción.

Para evaluar el estado de los equipos primero se analiza la situación según la frecuencia y gravedad del fallo, paradas mayores de 10 minutos, tiempo medio entre fallos, tiempo medio entre reparaciones y costos de mantenimiento.

### 3.9.3 Criticidad de los equipos del centro de producción “EL SOL”

Las labores a realizar comienzan con una discusión entre los representantes principales del equipo de trabajo, para preparar una lista de todos los equipos que formar parte del análisis, se procede a la implementación de un método efectivo y eficiente para establecer el orden y la importancia entre las distintas actividades que requieren la ejecución, jerarquizando los equipos críticos en función del impacto en el centro de producción y específicamente en el área de mecanizado.

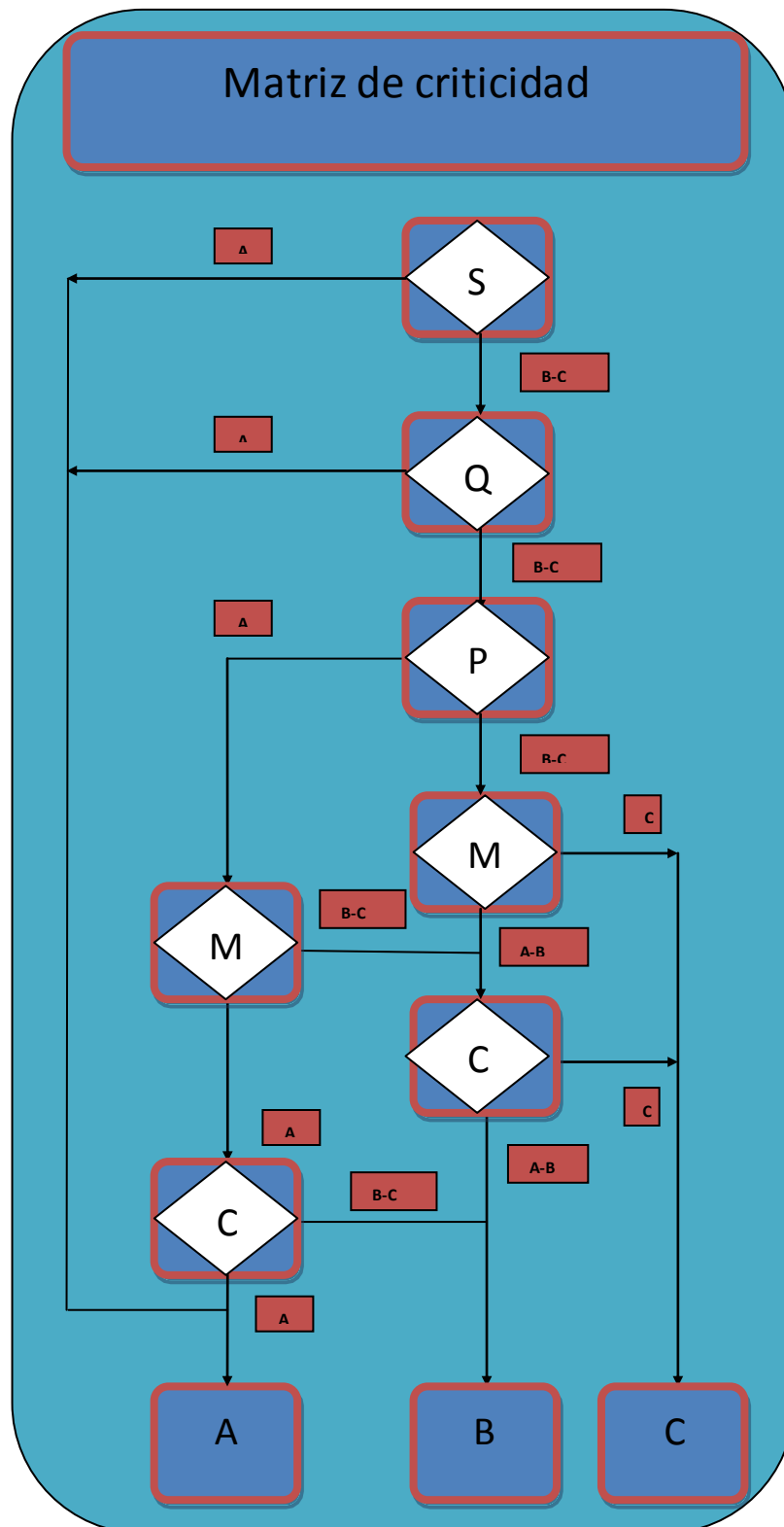
**Figura 3.6** Porcentaje de criticidad de los equipos “EL SOL”



**Elaborado por:** El investigador

- A. Criticidad alta. ■
- B. Criticidad media. ■
- C. Criticidad Bajo. ■

Figura 3.7 Matriz de criticidad.



Elaborado por: El investigador.

**Tabla 3.6.** Criterio de evaluación de grado de criticidad. “EL SOL”

CLASIFICACIÓN	ITEM DE APLICACIÓN	NORMA DE EVALUACIÓN		
		A	B	C
S	SHE	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión grave o muerte.	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión seria.	Dependiendo de la falla se ocasiona un riesgo que puede ocasionar una lesión leve.
Q	Calidad del producto	Afecta el total de la producción	Afecta una materia prima determinada	No afecta
P	Producción	Defecto que origina una parada general de PLANTA	Defecto que origina una parada parcial de LINEA	Defecto que origina una parada parcial de EQUIPO
M	Mantenimiento	Equipo único y su tiempo de reparación es por encima de 4 horas	Equipo en stand by y su tiempo de reparación es entre ½ y 4 horas	Tiempo de reparación por debajo de ½ hora
C	Costos	Costo superior a los \$5000	Costo de reposición entre \$3000 y 1000	Costo de reparación por debajo de \$400

**Elaborado por:** El Investigador.

### 3.9.4 Maquinas y equipos a los cuales se les realizaron el estudio.

#### 3.9.4.1. Listado de equipos por su criticidad.

Tabla 3.7 Listado de las maquinas y equipos por su criticidad.

	MAQUINAS Y EQUIPOS	Cantidad	A	B	C
1	Máquina Fresadora Universal de 3 HP, mesa 250 mm x 1250 mm.	2 u.			
2	Torno paralelo de 220 V 1000 mm de bancada.	2 u.			
3	Máquina para soldar por puntos 2 kVA.	4 u.			
4	Máquina para soldar MIG-MAG 500 A	6 u.			
5	Equipo de soldadura oxiacetilénica	3 u.			
6	Máquina plegadora para láminas metálicas hasta 2 mm de espesor y 1300 mm de longitud	2 u.			
7	Máquina cizalladora de láminas metálicas hasta 2 mm de espesor y 1300 mm de longitud	2 u.			
8	Dobladora de tubos redondos y cuadrados de 7/8" (con 8 dados)	4 u.			
9	Taladro eléctrico portátil de 5/8" (300 vatios)	3 u.			
10	Amoladora (Esmeril portátil) de 400 vatios	5 u.			
11	Equipo compresor de aire de 2 HP, 15 Gln. 125 PSI	3 u.			

12	Esmeril de mesa de 3/4 HP	1 u.			
13	Taladro Fresador Vertical: Marca MORGAN Modelo MD-40N2F.	2 u.			
14	Tornillos de banco de 4 pulgadas	4 u.			
15	Soldadura eléctrica	5 u.			
16	Guillotinas	4u.			
17	Motor monofásico de 1HP, 1700 RPM, BLINDADO.	1 u.			
18	Tupi carro de 2.500 mm.	2 u.			
19	Reverbero eléctrico	2 u.			
20	Máquina de coser Singer	2 u.			
21	Pegadora de canto	2 u.			
22	Taladros manuales	5 u.			
23	Sierra de banco grande (sección tapicería)	2 u.			
24	Rectificadora de Superficies Planas	1 u.			
25	Pinzas porta electrodos de 500 Amperios	2 u.			
26	Pinzas para línea a tierra de 500 Amperios	2 u.			
27	Antorcha PTA 17-FVTIG Cabeza flex.	1 u.			
28	Cable para máquina para soldar N° 00	10 m.			

29	Botella para oxígeno	7 u.			
30	Botella para acetileno	5 u.			
31	Prensa Hidráulica Modelo T54001	1 u.			
32	Esquineadora Modelo FN-M-616	1 u.			
33	Amoladora Angular 2000w/230mm perles	2 u.			
34	Sierra Sin Fin Modelo MH-1016JA	2 u.			
35	Gasógeno para acetileno	5 u.			
36	Equipo de computo e impresora	1 u.			

**Elaborado por:** El investigador.

#### ***3.9.4.2. Instrumentos y herramientas existentes.***

**Tabla 3.8** Instrumentos y Herramientas existentes.

	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	Cantidad
1	Pares de gafas de lunas claras	08 u.
2	Pares de Guantes de cuero largo	10 u.
3	Mandiles de cuero	06 u.
4	Interruptores termo magnéticos bipolares 20 A	04 u.
5	Interruptores termo magnéticos tripolares 20 A	02 u.
6	Arcos de sierra	08 u.
7	Limas de 10 pulgadas por cinco piezas	05 u.
8	Martillos de uña	02 u.
9	Brocas para metal de 3/32" y 1/2 pulgada	08 u.
10	Destornilladores planos	08 u.
11	Destornilladores estrella	08 u.
12	Llaves Platina : Boca - Corona - (20 Piezas)	03 u.
13	Extintor de polvo seco	01 u.

14	Cascos para taller	08 u.
15	Grapadora para tapizado	03 u.
16	Sierra Cinta	10 m.
17	Overoles azules de dril	04 u.
18	Pinza amperimétrica digital 500 A	01 u.
19	Multitester Digital (Voltímetro- Amperímetro)	01 u.
20	Pie de Rey (Vernier) 1/20" x 10")	02 u.
21	Alicates de 6 pulgadas	04 u.
22	Martillos de bola	02 u.
23	Combas de 2 Kg.	02 u.
24	Pares de gafas para soldadura oxiacetilénica	04 u.
25	Escuadras metálicas 0.50 m	04 u.
26	Llave francesa 12 pulgadas	05 u.
27	Cortadora de tubo negro hasta 3 pulgadas	02 u.
28	Escuadras metálicas 0.25 m	04 u.
29	Martillo de goma	02 u.
30	Juegos de llaves Allen	03 u.

**Elaborado por:** El investigador.

### ***3.9.4.3. Equipo comprado.***

**Tabla 3.9** Instrumentos y herramientas compradas.

	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS COMPRADAS	Cantidad
1	Dados para dobladora (8") juego completo 12 piezas	02 u.
2	Cortadoras eléctricas	02 u.

**Elaborado por:** El investigador.

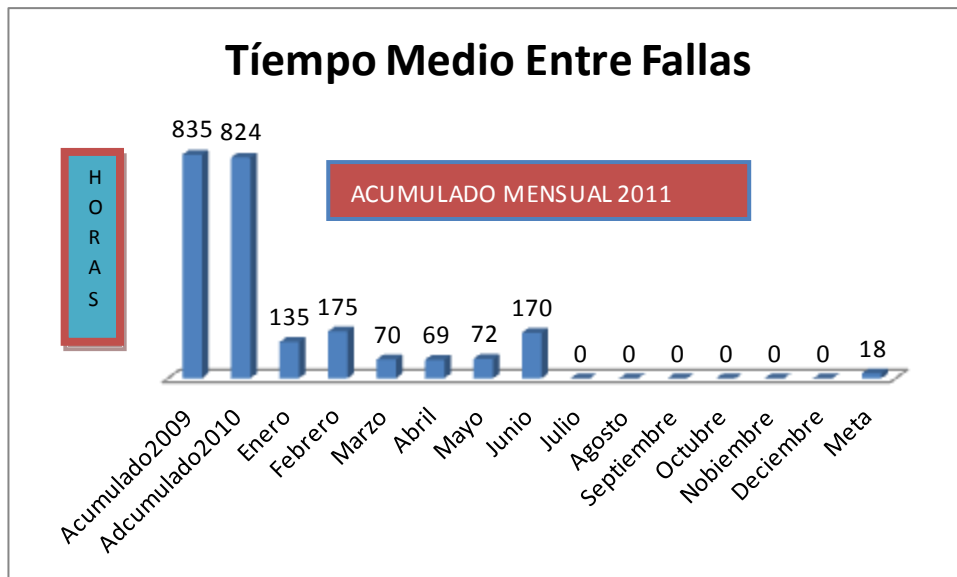


### 3.9.5. Establecimiento de prioridades de las averías/fallos-niveles de avería.

#### 3.9.5.1. Indicadores de mantenimiento.

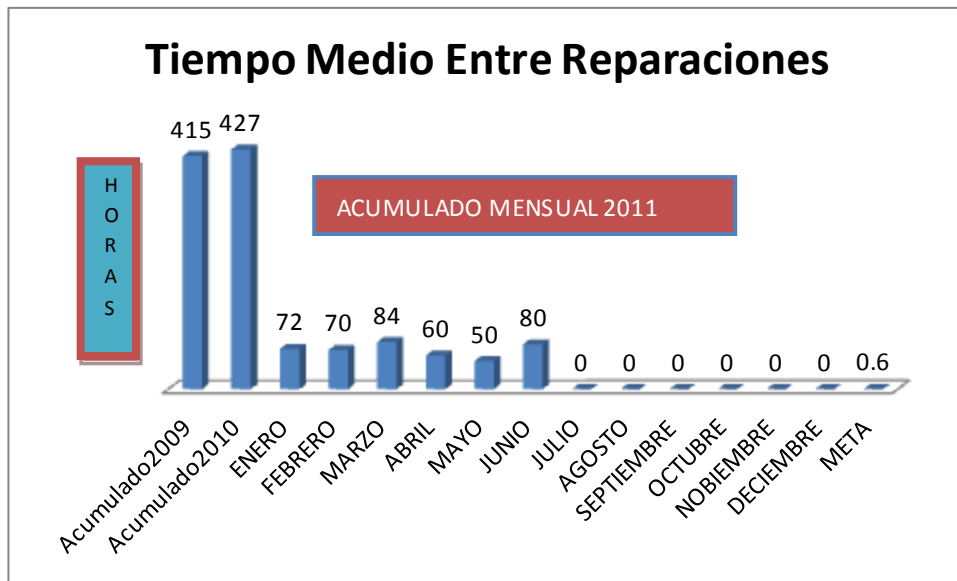
Los indicadores de mantenimiento se determinaron, luego de haber recopilado la información diaria recolectada mediante la Hoja de Registro de Tiempos Perdidos, donde se registra: Las Perdidas Planeadas, Perdidas por Paradas, Perdidas por Rendimiento y Perdidas por Defectos de parte de los operadores de las diferentes subáreas del proceso de producción del centro, información que una vez procesada se resumen en los índices: Tiempos Medios entre Fallas (MTBF), Tiempo Medio entre Reparaciones (MTTR), Costo de Mantenimiento y el Número Total de Fallas > a 10 minutos, graficados en las Figuras 3.8 , 3.9 , 3.10 y 3.11.

**Figura. 3.8** Tiempos Medios entre fallas.



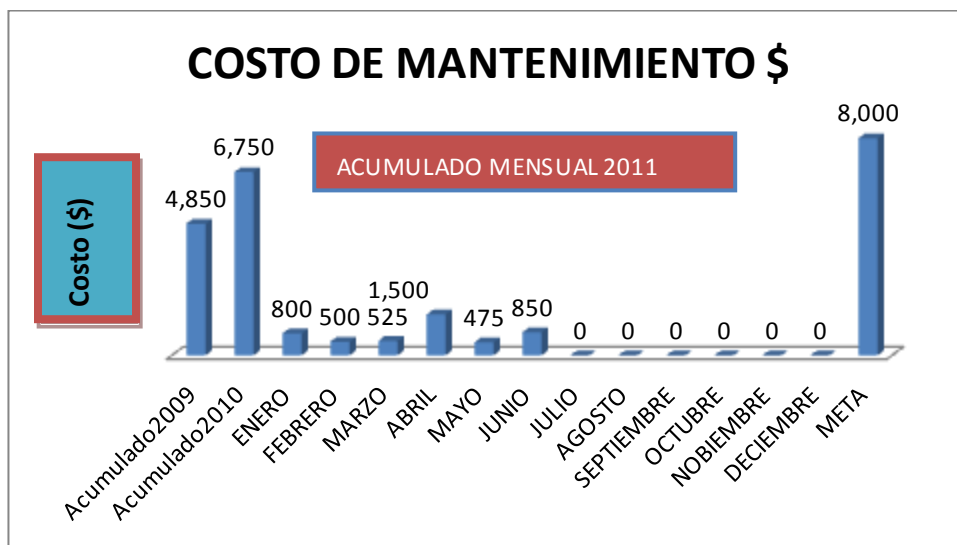
**Elaborado por:** El investigador.

**Figura. 3.9** Tiempos Medios entre reparaciones



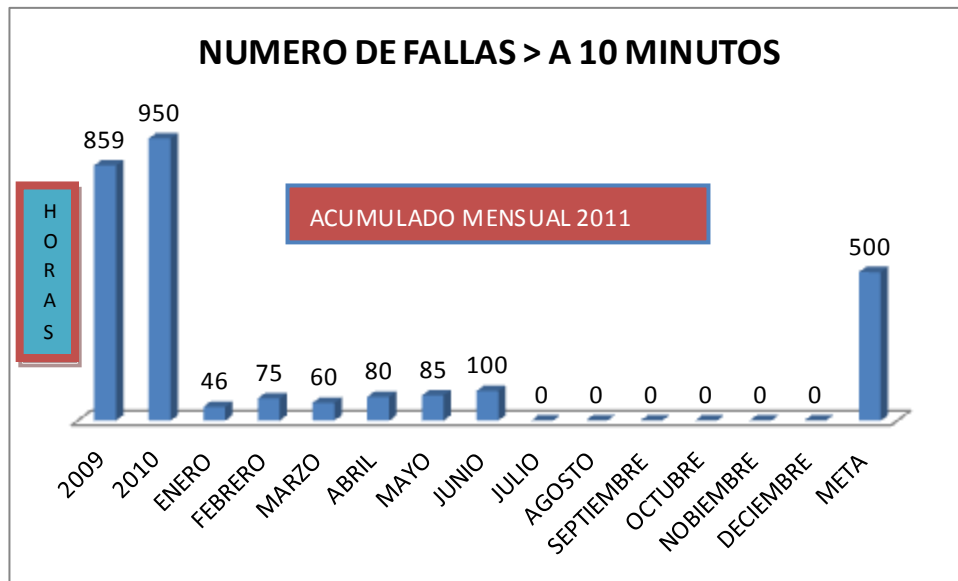
**Elaborado por:** El investigador

**Figura. 3.10** Costo de Mantenimiento.



**Elaborado por:** El investigador.

Figura 3.11 Número de Fallas > 10 minutos.



Elaborado por: El investigador.

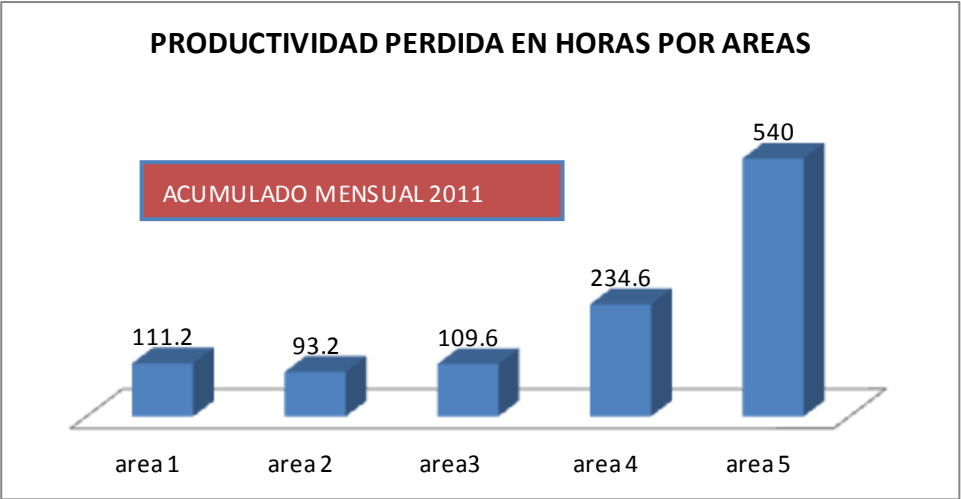
#### 3.9.5.2. Restaurar a las condiciones ideales.

A) Luego de realizar el estudio de criticidad de los equipos y determinar el número de fallas mayores a 10 minutos, el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio entre reparaciones, Costo del Mantenimiento, se decidió restaurar la deterioración forzada, cumpliendo con las condiciones básicas, corrigiendo las debilidades del sistema de producción para ampliar la vida útil, en razón de la excesiva frecuencia de fallas mayores a diez minutos que arrojó el análisis.

B) Tomando como caso prototipo, se determinó realizar la mejora en el área de mecanizado específicamente del Torno, siguiendo los dos primeros pasos del Mantenimiento Planificado del MPT, priorizado mediante el análisis grupal del Equipo de Mantenimiento, por su criticidad en cuanto a producción, calidad, mantenimiento, seguridad para restaurar sus condiciones ideales; y, que se pueda evaluar su mejoramiento en intervalos cortos de tiempo para posteriormente hacer la réplica o “cascada” en los demás equipos y áreas.

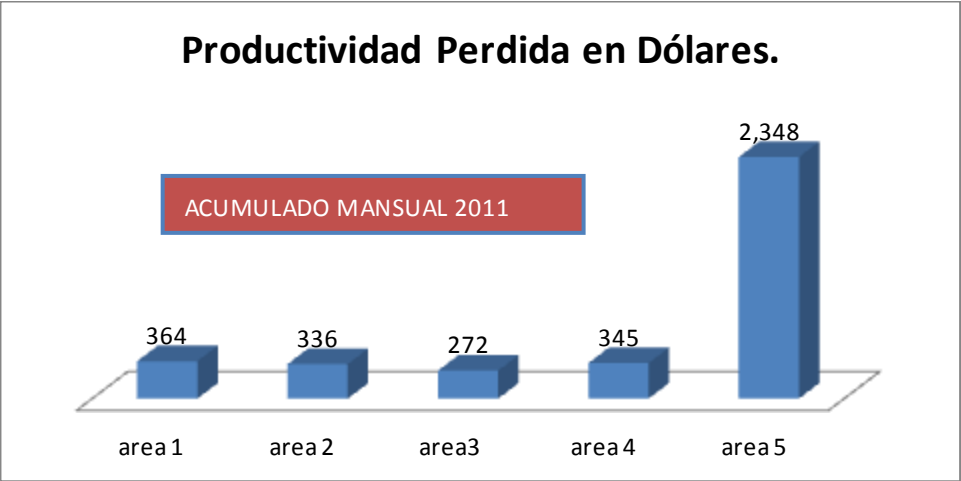
C) Una vez evaluada la productividad perdida en tiempo y en costo de las áreas de producción, (Fig. 3.12, 3.13 y Tabla 3.10), se elaboró el Árbol de Pérdidas (Fig. 3.14) donde se identificó los puntos críticos; y posteriormente con la ayuda de la gráfica de Pareto (Fig. 3.15), se identificó y priorizó todos los componentes del problema a resolver en este caso.

**Figura 3.12** Productividad Perdida en Horas



**Elaborado por:** El investigador.

**Figura 3.13** Productividad Perdida en Dólares



**Elaborado por:** El investigador.

### 3.9.5.3. Resumen de pérdidas por fallas.

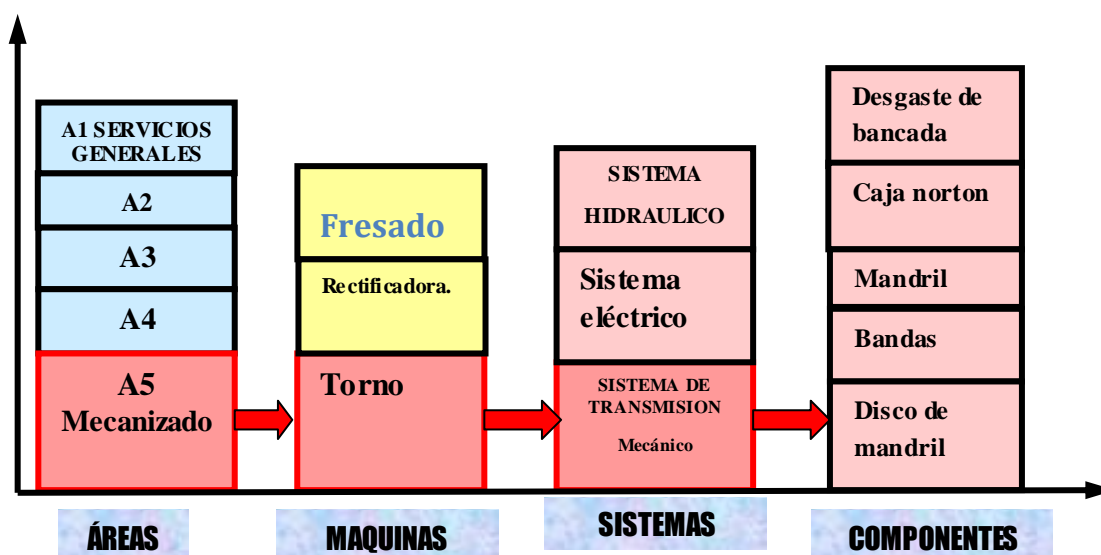
**Tabla 3.10** Productividad Perdida en Dólares

	TIEMPO PERDIDO (hrs)	DINERO PERDIDO (USD)
AREA 1	111.2	364
AREA2	93.2	336
AREA3	109.6	272
AREA4	234.8	808
AREA5	840	2.348
TOTAL	1388,8	4.128

Elaborado por: El investigador.

### 3.9.5.4. Árbol de pérdidas.

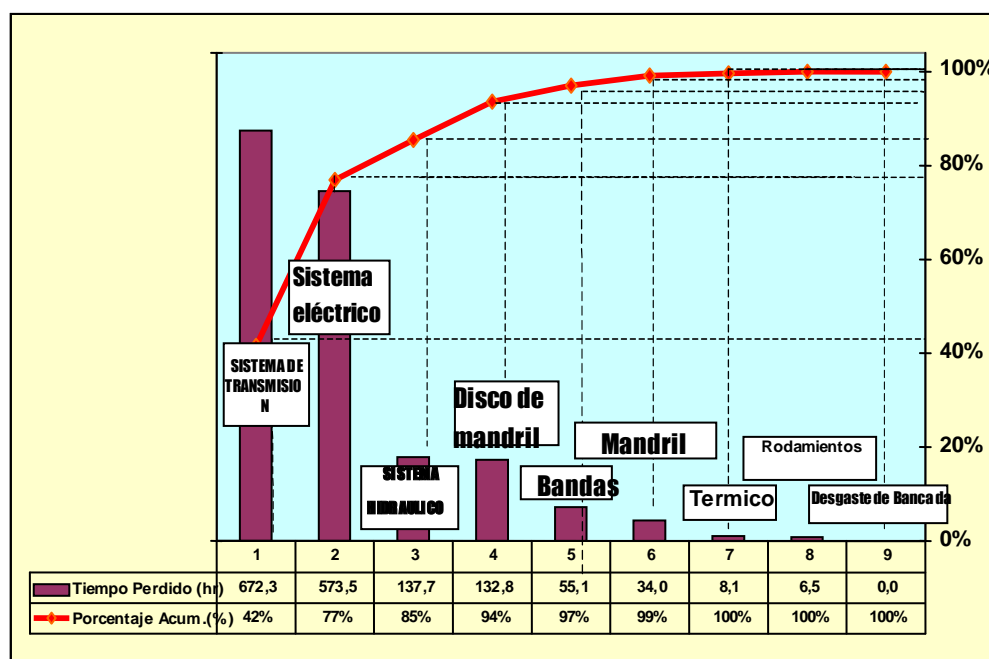
**Figura 3.14.** Árbol de Pérdidas



Elaborado por: El investigador.

### 3.9.5.5. Pareto del torno.

Figura 3.15. Árbol de Pérdidas.



Elaborado por: El investigador.

#### D) Registro del Tema.

Luego de haber identificado y focalizado el problema mediante el Pareto se inicia el proceso de mejora con el Registro respectivo del Tema, donde se especifica el tipo de pérdida por falla del equipo y se determina el objetivo, la meta, los responsables de la ejecución, y la correspondiente justificación hacia el Gerente del centro de producción. Tabla 3.11

#### E) Descripción del Problema.

Utilizando la Hoja de Análisis 5 W y 1H ( Tabla 3.12), se identificó el qué, cuándo, dónde, quién, cuál y el cómo ocurrió la falla total del área, donde inicialmente se determina cuáles son los parámetros técnicos para posteriormente determinar las posibles causas del problema.

#### F) Análisis del Problema.

Una vez identificados los parámetros técnicos, se procede a la búsqueda de las causas que originaron el problema, mediante la aplicación de la Hoja del Análisis Porqué – Porqué (Tabla 3.13), en donde se encuentra la causa raíz y se determina el Plan de Contramedidas como se lo detalla en la Tabla 3.14 y que en el caso que nos ocupa son las siguientes:

1. Elaborar un sistema de lubricación incluyendo rutas, frecuencias, tipos de lubricantes, responsables, etc.
2. Diseñar y fabricar un mandril características de resistencia al desgaste, fatiga y fricción de acuerdo a los parámetros técnicos.
3. Diseñar e implementar un plan de entrenamiento y capacitación sobre el sistema de regulación de peso, dirigido al personal operativo de producción y mantenimiento.
4. Implementar un sistema de máximos y mínimos de los componentes de las máquinas de las áreas de mecanizado, en la bodega de repuestos.
5. Elaborar un plan de mantenimiento, junto con los integrantes del Pilar de Mantenimiento Planeado.
6. Implementar etapas sistemáticas de control de calidad del producto antes, durante y después del proceso de producción.

Tabla 3.11 REGISTRO DEL TEMA

<b>MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>								
<b>MEJORA ORIENTADA</b>								
REGISTRO DE TEMA					Nº.	001		
PLANTA: "EI SOL"	LINEA: MECANIZADO	FECHA INICIO:	DIA 01	MES 02	AÑO 11			
GRUPO: TORNEROS	LIDER: MARCELO LOPEZ	FECHA FIN:	DIA 29	MES 05	AÑO 11			
<p>TEMA: <u>OPTIMIZACION DE LAS MAQUINAS EL AREA DE MECANIZADO.</u></p>								
<p>TIPO DE PERDIDA: <u>(FALLA DE EQUIPO)</u></p>								
<p>OBJETIVO: <u>* DISMINUIR LA COMPLEJIDAD DEL MANTENIMIENTO EN EL AREA DE MECANIZADO</u>  <u>* AUMENTAR LA CONFIBILIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCION; Y</u></p>								
<p><u>* DISMINUIR PERDIDAS DE TIEMPO POR DAÑOS</u></p>								
<p>META: <u>* EL EVAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS EN UN 20%.</u>  <u>* REDUCIR AL 0% DE DEFECTOS DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO; Y,</u>  <u>* REDUCIR LOS TIEMPOS DE PARADA EN UN 100%.</u></p>								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>INTEGRANTES: <u>RODRIGO CELA</u></p> <p><u>LUIS CANDO</u></p> <p><u>RAUL MUSO</u></p> <p><u>DARIO BELTRAN</u></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><u>MARCELO TIBAN</u></p> <p><u>NELSON CHILUISA</u></p> <p><u>DANIEL MOREJON</u></p> <p><u>JORGUE JAR A</u></p> </td> </tr> </table>							<p>INTEGRANTES: <u>RODRIGO CELA</u></p> <p><u>LUIS CANDO</u></p> <p><u>RAUL MUSO</u></p> <p><u>DARIO BELTRAN</u></p>	<p><u>MARCELO TIBAN</u></p> <p><u>NELSON CHILUISA</u></p> <p><u>DANIEL MOREJON</u></p> <p><u>JORGUE JAR A</u></p>
<p>INTEGRANTES: <u>RODRIGO CELA</u></p> <p><u>LUIS CANDO</u></p> <p><u>RAUL MUSO</u></p> <p><u>DARIO BELTRAN</u></p>	<p><u>MARCELO TIBAN</u></p> <p><u>NELSON CHILUISA</u></p> <p><u>DANIEL MOREJON</u></p> <p><u>JORGUE JAR A</u></p>							
<p>SI <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>APROBADO</p> <p>NO <input type="checkbox"/></p>								
<p>JUSTIFICACION COMITE TPM: <u>ESTA MEJORA ESTA ENFOCADA A ELIMINAR LOS TIEMPOS</u>  <u>DE PARADA POR DAÑOS, A OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMA DE PRODUCCION,</u>  <u>ELIMINAR EL DEFECTO DE CALIDAD EN EL PROCESO.</u>  <u>DONDE PARTICIPA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y EL EQUIPO</u>  <u>AUTONOMO, POR LO TANTO EL PROYECTO ES APROBADO.</u></p>								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>REVISADO POR</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Gerente</p> </td> </tr> </table>							<p>REVISADO POR</p>	<p>Gerente</p>
<p>REVISADO POR</p>	<p>Gerente</p>							

Elaborado por: El investigador.



**Tabla 3.12** Método de análisis 5 porqués (5W) y un como (1H).

<b>MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b> <b>ANALISIS 5 PORQUES (5W) Y 1 COMO (1H)</b>				
		GERENTE	LIDER	NOMBRE
LINEA:	MECANIZADO	PROBLEMA		VARIACION DE LA CALIDAD DE LA SALIDA DE LOS PRODUCTOS
M/C No	4			
FECHA DE APARICION:	12-01-2011	TIEMPO PERDIDO: 68 HORAS	CLASE	<input type="checkbox"/> ESPORADICO (PUNTUAL)
FECHA DE RESTAURACIÓN:	22-05-2011			<input checked="" type="checkbox"/> CRONICO (REPETITIVA)
QUE (WHAT) EN QUE COSA?			En el mandril.	
CUANDO (WHEN) CUANDO OCURRIO?			En el rectificado de ejes, en el mecanizado.	
DONDE (WHERE) LINEA/MAQUINA/LOCAL?			Torno numero 2.	
QUIEN (WHO) DEPENDIENTE O INDEPENDIENTE DE HABILIDAD?			No depende de la habilidad del operador.	
CUAL (WHICH) EXISTE TENDENCIA ALEATORIA O HAY PATRON?			Existe tendencia debido al desgaste del material.	
COMO (HOW) CON RESPECTO.			A la tendencia a variar en los medidas de trabajo.	
CUANTOS (HOW MANY) QUE CANTIDAD EN EL TIEMPO?			Desde el comienzo del trabajo en el equipo.	
RESUMEN DEL FENOMENO		Se realiza el análisis del torno encontrando que el mandril de sujeción tiene un desgaste, no depende del operador la variación en la medida de la pieza a mecanizar o rectificar, teniendo un producto de baja calidad, creando inconformidad en el cliente.		

**Elaborado por:** El investigador

Tabla 3.13 Analisis "PORQUE-PORQUE"

ANALISIS "PORQUE - PORQUE"

CENTRO DE PRODUCCION "EL SOL"		AREA DE PRODUCCION		GRUPO: SECCIONES DE MECANIZADOS		LIDER: JORGE JARA		FECHA: 15/09/2011			
OBJETIVOS:		* DISMINUIR LA COMPLEJIDAD DEL MANTENIMIENTO EN TODAS LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN. * AUMENTAR LA CONFIABILIDAD EN TODO EL CICLO DE PRODUCCIÓN, EN TODAS LAS ÁREAS; Y, * DISMINUIR PÉRDIDAS DE TIEMPO POR DAÑOS EN LAS MISMAS.									
1a. RONDA		2a. RONDA		3a. RONDA		4a. RONDA		5a. RONDA		IDEAS DE MEJORA:	
A	PORQUE EXISTE PERDIDA EN MATERIA PRIMA ESPACIO	?	PORQUE NO HAY HERRAMIENTAS NECESARIAS	?	PORQUE CONTROL DESDE LA ADMINISTRACION	?	PORQUE EXISTE DAÑOS CONTINUOS EN LAS MAQUINAS	?	PORQUE FALTA LIMPIEZA Y LUBRICACION	?	ELABORAR UN SISTEMA DE LUBRICACION INCLUYENDO RUTAS, FRECUENCIAS, TIPOS DE LUBRICANTES, RESPONSABLES.
	PORQUE MALA DISTRIBUCION DE LAS AREAS	<input type="radio"/>	PORQUE NO SE PLANIFICO DESDE LA INSTALACION DE LAS MAQUINAS	<input type="radio"/>	PORQUE EXISTE UN DESQUILCE EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	<input type="radio"/>	PORQUE FALTA LIMPIEZA Y LUBRICACION	<input type="radio"/>	PORQUE NO EXISTEN RUTAS DE LUBRICACION	<input checked="" type="radio"/>	
B	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE NO SE ENTIENDE BIEN EL PROCESO	?	PORQUE FALTA DE MANTENIMIENTO	?	PORQUE	?	IMPLEMENTAR DIVERSAS ETAPAS DE CONTROL A LO LARGO DE TODO EL PROCESO DE PRODUCCION.
	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE NO SE CAPACITO AL PERSONAL	<input type="radio"/>	PORQUE NO HAY UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	<input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	
C	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE DESCONOCIMIENTO DESDE LA GERENCIA	?	PORQUE FALTA ESTANDARIZAR LOS CONTROLES DE CALIDAD	?	PORQUE	?	ELABORAR JUNTO A RR.HH. UN PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO SOBRE PROCESOS DE PRODUCCION
	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE FALTA ESTANDARES DE CALIDAD	<input type="radio"/>	PORQUE FALTAN ETAPAS DE CONTROL EN EL AREA DE PROCESOS.	<input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	
D	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE EXISTE MALA REGULACION DE LOS MISMOS.	?	PORQUE	?	ELABORAR JUNTO A RR.HH. UN PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO ESTANDARES DE CALIDAD
	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE FALTA CONOCIMIENTO DE LOS NUEVOS OPERADORES	<input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	
E	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE FALTA CONOCIMIENTO DE LOS NUEVOS OPERADORES	?	ELABORAR JUNTO A RR.HH. UN PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO SOBRE OPERACIÓN DE MAQUINAS.
	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE NO EXISTE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO	<input checked="" type="radio"/>	
F	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE	?	PORQUE NO EXISTE UNA FRECUENCIA DE CAMBIO	?	ELABORAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO JUNTO CON LOS INTEGRANTES DEL PILAR MTO. PLANEADO.
	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/>	PORQUE NO EXISTE UN PLAN DE MANTENIMIENTO	<input checked="" type="radio"/>	

☒ ANALISIS FINALIZA

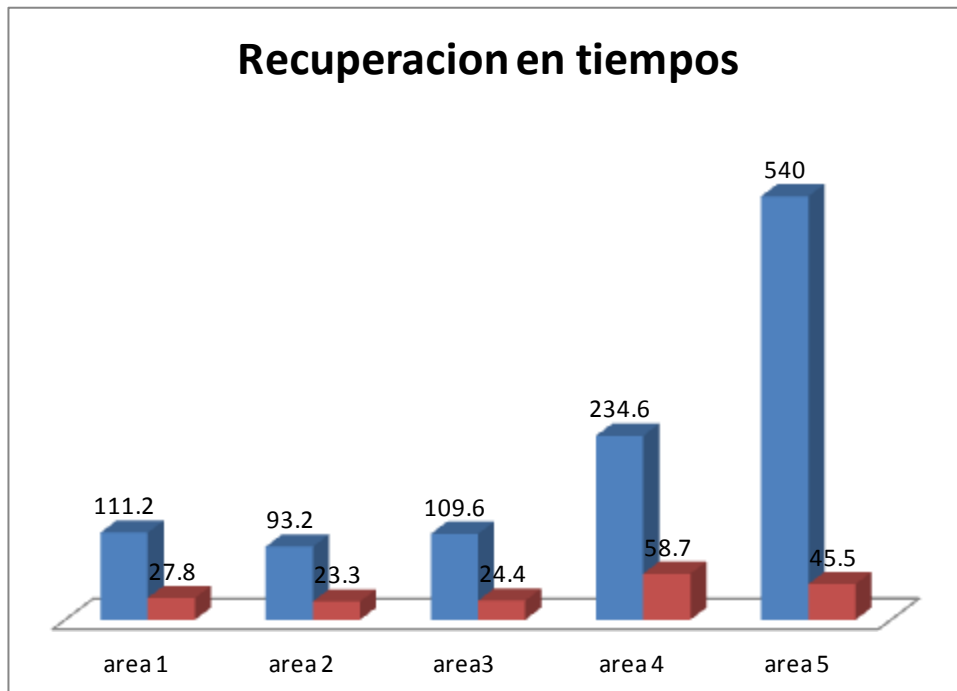
Elaborado por: El investigador

Tabla 3.14 PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO					
PLANTA: EL SOL		LINEA: MECANIZADO			
GRUPO: TORNEROS		TEMA: OPTIMIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS DEL AREA MECANIZADO			DIA MES AÑO
					<div>16</div> <div>03</div> <div>11</div>
No.	QUE (Actividad)	QUIEN (Responsable)	COMO (OBSTÁCULOS Y RECURSOS)	CUANDO (FECHA)	
01	ELABORAR UN SISTEMA DE LUBRICACION INCLUYENDO RUTAS, FRECUENCIAS, TIPOS DE LUBRICANTES, RESPONSABLES, ETC.	LUIS CANDO	INVOLUCRANDO AL OPERADOR Y MECÁNICO DE TURNO.	15/03/11	
02	DISEÑAR Y FABRICAR PARTES, CON CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA AL DESGASTE, FATIGA Y FRICCIÓN DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS TÉCNICOS	RAUL MUSO	ENTREGANDO LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS A UN CONTRATISTA CALIFICADO POR LA EMPRESA.	01/04/11	
03	IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS COMPONENTES DE LAS MÁQUINAS, EN LA BODEGA DE REPUESTOS.	NELSON CHILUISA	SOLICITANDO INFORMACION DE LA IMPLEMENTACIÓN EN LA PLANTAS.	22/04/11	
04	IMPLEMENTAR ETAPAS SISTEMATICAS DE CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	DARIO BELTRAN	INVOLUCRANDO AL PERSONAL DE OPERADORES DE LA LINEA.	16/05/11	
05	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO SOBRE EL SISTEMA DE REGULACIÓN DE PESO, DIRIGIDO AL PERSONAL OPERATIVO DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO.	JORJE JARA	REVISANDO LOS REGISTROS DE LOS ENTRENAMIENTOS ANTERIORES.	30/05/11	
06	ELABORAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO.	MARCELO PEREZ	REUNIENDOSE EL STAFF DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN.	09/06/11	

**Elaborado por:** El investigador.

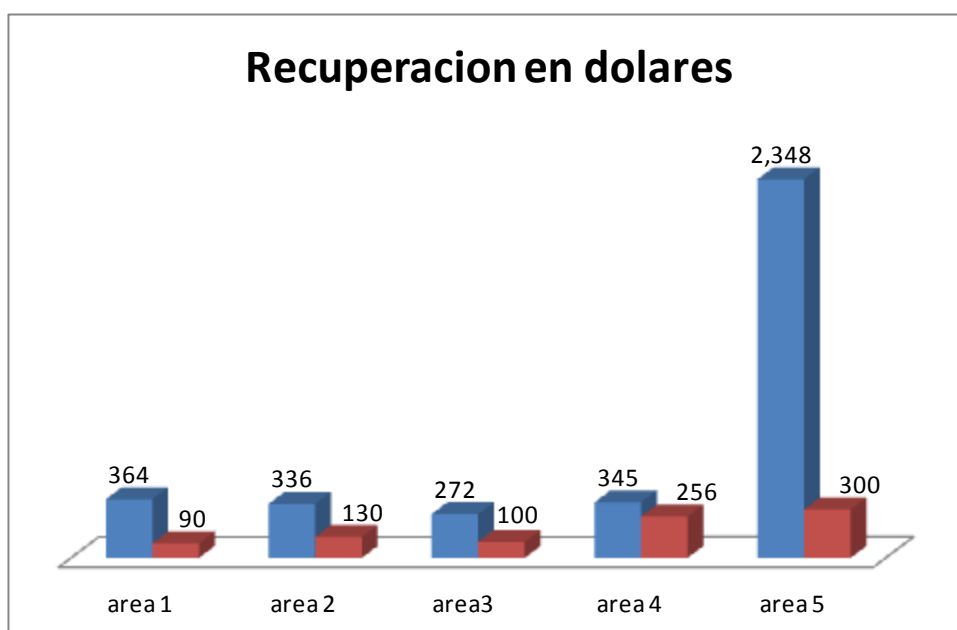
### 3.9.5.6. Índices recuperados después de la mejora.

Figura 3.16. Recuperación de Tiempos Perdidos



Elaborado por: El Investigador.

Figura 3.17. Recuperación de Dólares Perdidos



Elaborado por: El investigador.

### 3.9.5.7. Comparación de las áreas antes y después de la mejora.

**Tabla 3.15** Comparación de las áreas antes y después de la mejora.

MAQUINA	ANTES		DESPUES	
	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)
AREA 1	111.2	364	27.8	90
AREA2	93.2	336	23.3	130
AREA3	109.6	272	27.4	100
AREA4	234.6	345	58.7	256
AREA5	840	2.348	45.5	300
TOTAL	1388,8	4.128	182.7	856

**Elaborado por:** El investigador

**Tabla 3.16** Comparación del tiempo-dinero antes y después de la mejora.


	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)
ANTES	1388,8	4.128
DESPUES	182,7	856
RECUPERACIÓN	1206,1	3272
	86,84	79,26

**Elaborado por:** El investigador.

### 3.9.5.8. Detalle de la implementación de la mejora.

Figura 3.18 Análisis de falla 5 porque y un cómo.


# 0001

Linea:	MECANIZADO	Activ o:	TORNO N° 3	Operador: NELSON CHILUISA	# de Orden Api Pro: 0001	Encargado de la Reparación: LUIS CANDO
C H E Q U E A	OPERARIO: QUE OCURRIO? (Que fue observado en el momento que la máquina paró comenzó a fallar)					
	Mientras se mecanizaba. se observó una excesiva variación, no concordaba con las medidas puestas,					
	Causando un elevado número de producto con falla por lo que se procedió a parar Del torna 2.					
	CLASIFICACION DE LA FALLA			TIPO DE FALLA		
	<input type="checkbox"/> ACCIDENTAL <input checked="" type="checkbox"/> RE INCIDENCIA			<input type="checkbox"/> ELECTRICA <input checked="" type="checkbox"/> MECANICA <input type="checkbox"/> INSTRUMENTACION		
	Fecha/Hora de la ocurrencia	25 02 11 10:30	TIEMPO DE ARREGLO	50 HORAS	CUANTAS VECES HA FALLADO	30 VECES
	Fecha/Hora de la reparación	27 02 11 12:30	TIEMPO DE PARADA DE LA LINEA	60 HORAS	PRODUCTO QUE SE ESTABA ELABORANDO AL MOMENTODE LA FALLA	RECTIFICADO DE EJES
	<input type="checkbox"/> ROTURA <input checked="" type="checkbox"/> DESGASTE <input checked="" type="checkbox"/> VIBRACION <input type="checkbox"/> PRESION <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ATASCAMIENTO <input type="checkbox"/> QUEMADO <input type="checkbox"/> DESALINEACION <input type="checkbox"/> CALENTAMIENTO <input type="checkbox"/>					
	TECNICO:QUE ACCION SE TOMO?(Que acción se tomó Para colocar la máquina en funcionamiento nuevamente) Colocar el máximo de información posible para el Análisis.					
1. - SE DESMONTA EL SISTEMA MECANICA Y ELECTRICO.						
2. - SE PROCEDIO A LIMPIAR EL ACUMULADO DE COMPONENTES COMO PLATO MANDRIL RODAMIENTOS, ARTICULACIONES, CHAPALETAS Y A LUBRICAR LAS CADENAS DE TRANSMISION.						
3. - SE COLOCO RODANIENTOS ESTANDARIZADOS.						
4.- SE CA PACITO CORECTAMENTE SOBRE EL FUNCIONAMIENTO.						
5.- SE ARMO TODO EL SISTEMA Y SE REALIZARON LAS PRUEBAS RESPECTIVAS.						
FOTO						
			Que (What) En que cosa? En el mandril			
			Cuando (When) Cuando ocurrió? RECTIFICADO DE EJES			
			Donde (Where) (Linea/ Máquina/Local)? TORNO 2			
			Quién (Who) Depende o no del operario? No depende de la habilidad del operador			
			Cual (Which) Existe tendencia o es aleatoria? Existe tendencia			
			Como (How ) Como difiere del óptimo? Variación al rectificar o torneear.			

Elaborado por: El investigador.

Figura 3.19 Analisis de falla, porque-porque.

#0001

ANALIZAR	RESUMEN DEL FENOMENO		Durante el rectificado y torneado. Existe variación en las medidas, de la producción, siguiendo un patrón, no dependiendo de la habilidad del operador.					
	POR QUE	POR QUE	POR QUE	POR QUE	POR QUE	IDEAS DE MEJORA		
	EXISTE VARIACION PESO Y MEDIDA.	PORQUE ESTAN DESGASTADOS LOS COMPONENTES.	EXISTE UNA FUERZA ADICIONAL.	EXISTE UNA FUERZA PORQUE FALTA LIMPIEZA Y LUBRICACION	FALTA LIMPIEZA Y LUBRICACION PORQUE NO EXISTEN RUTAS DE LUBRICACION	ELABORAR UN SISTEMA DE LUBRICACION. FRECUENCIAS, TIPOS DE LUBRICANTES,		
			PORQUE EL MANDRIL POSEE UN DESGASTE	PORQUE CUMPLIO SU TIEMPO DE VIDA UTIL		DISENAR Y FABRICAR MANDRIL MAS RESISTENTES AL DESGASTE, FATIGA Y FRICCION.		
			PORQUE FALTA ESTANDARIZAR LOS RODAMIENTOS	PORQUE FALTA STOCK EN BODEGA DE REPUESTOS		IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MAXIMOS Y MINIMOS EN LA BODEGA DE REPUESTOS.		
				PORQUE FALTA CONOCIMIENTO DE LOS NUEVOS OPERADORES	PORQUE NO EXISTE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO	IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO, DIRIGIDO AL PERSONAL OPERATIVO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO.		
PLAN	PLAN DE TRABAJO	No	ACTIVIDAD			RESPONSABLE	TERMINACION	CUMPLIMIENTO
		1	ELABORAR UN SISTEMA DE LUBRICACION INCLUYENDO RUTAS, FRECUENCIAS, TIPOS DE LUBRICANTES, RESPONSABLES.			LUIS CANDO	15/11/11	100%
		2	DISENAR Y FABRICAR UN MANDRIL MAS RESISTENTE AL DESGASTE, FATIGA Y FRICCION			RAUL MUSO	01/05/11	100%
		3	IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MAXIMOS Y MINIMOS EN LA BODEGA DE REPUESTOS.			NELSON CHILUISA	22/11/11	100%
		4	DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO, DIRIGIDO AL PERSONAL OPERATIVO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO.			CRISTIAN GARZON	30/09/11	100%
HACER	FOTO SOLUCION DEL PROBLEMA 		REPLICA HORIZONTAL? SI ( X ) NO ( ) DONDE? TORNOS N° 1, 2.					
			VALOR DE LA FALLA \$ 432		B E TANGIBLES MAYOR TONELAJE PRODUCIDO			
			VALOR DE LA INVERSION \$ 932		I N F I C INTANGIBLES CONFIABILIDAD DEL SISTEMA.			
			GRUPO QUE PARTICIPO EN EL ANALISIS LUIS CANDO NELSON CHILUISA RAUL MUSO CRISTIAN GARSON					
FIRMA GERENTE DE MANTENIMIENTO		FIRMA GERENTE DE PRODUCCION		FIRMA INGENIERO DE MANTENIMIENTO				

Elaborado por: El investigador.

#### ***3.9.5.9. Estructuración del control de funciones y datos.***

- A) Crear un sistema de gestión de las informaciones.
- B) Gestión de datos de las averías / fallos.
- C) Controles de histórico / planificación de los mantenimientos correctivo y preventivo.
- D) Gestión de las preparaciones de los equipos.
- E) Estructuración del sistema de presupuestos.
- F) Control de las piezas de repuesto, datos técnicos y unidades de reserva.
- G) Revisión de normas de inspección de mantenimiento.

#### ***3.9.5.10. Estructuración del mantenimiento correctivo.***

- A) Selección de equipos y componentes prioritarios.
- B) Preparación de estándares (materiales, trabajos, inspección).
- C) Mejoramiento en la eficiencia de inspección y diagnósticos.
- D) Eficiencia del mantenimiento con parada general y control de subcontratados.

#### ***3.9.5.11. Estructuración del mantenimiento preventivo.***

- A) Flujo de sistema de mantenimiento preventivo.
- B) Selección y ampliación de los equipos y partes que son objetos del mantenimiento preventivo.



***3.9.5.12. Evaluar el sistema del mantenimiento planificado.***

- A) Diagnóstico de Implantación
- B) Evaluar el aumento de confiabilidad.
- C) Evaluar el mejoramiento de la mantenibilidad (índice de mantenimiento correctivo y preventivo.)
- D) Mejoramiento en la distribución de recursos para el mantenimiento, reducción de costos.
- E) Seguridad
- F) Mantenimiento Autónomo
- G) Operacionalidad.

Tabla 3.17 Programa de mantenimiento semanal

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANA # 26														
SEMANA DE TRABAJO DEL 27 DE JUNIO AL 3 DE JULIO/2010														
EQUIPO	ACTIVIDAD	TIPO	Estado	RESPONSABLE	L	M	M	J	V	S	D	Atraso #Semana	Seguimiento	
Mecanizado														
PROGRAMADAS														
Torno Paralelo univer. 1000mm	Reparacion y mantenimiento. Pedirselo a produccion	N	X	RODRIGO CELA					x	x	x	2		
Torno Paralelo univer. 1500mm	Remplazar rodamientos viejos (adquirir)	N		MARCO PÉREZ				x				2		
Taladro de Recorrido Manual	Remplazar banda (adquirir)	N		RODRIGO CELA								2		
Taladro Fresador Vertical	Remplazar mandril (adquirir)	N			x	x	x	x	x	x	x	1		
Soldadura Lincon 220 (3)	Remplazar pinzas y cables (adquirir)	UR	X				x	x	x			1		
Soldadora de Punto	Remplazar puntas viejas (adquirir)	N						x				1		
Soldadora Lincoln 2703 (3)	Remplazar pinzas y cable (adquirir)	N	X	Teg MARCELO TIBAN								1		
Sierra Sin Fin	Remplazar sistema hidraulico (adquirir)	N	X									1		
Rectificadora de Superfi. Plan.	Remplazar placas viejas (adquirir placas)	N		ING. RAUL MUSO			x	x						
Prensa Giratoria para Fresado	Remplazar axesorios principales (adquirir)	N												
Prensa Hidraulica	Remplazar sistema mecanico (adquirir placas)	N	X											
Prensa Giratoria para Fresado	Remplazar pintura y estructura metalica (adquirir placas)	N		CONTRATISTA										
Maquina de Plasma 32mm (2)	Remplazar manometros y estructura (adquirir)	UR												
Afiladora, Fresas y Cuchillas	Remplazar axesorios viejas (adquirir)	N	X											
SUBTOTAL PROGRAMADAS		Remplazar placa 14	EJECUT.: 6	% CUMP.: 43%										
IMPREVISTAS														
Soldadura Oxicorte	Reparación sistema de aire	N	X											
Antorcha PTA 17-FVTIG	Cambio de válvulas	UR												
Cizalla Manual (2)	Reemplazar bases	UR	X											
Cizalla Manual Modelo CMF-16	Limpieza de serpentín	N	X											
Compresor de 7HP	Reparación de reductor	N	X											
Fresadora Universal	Mantenimiento - Arreglo de piso del area (Julio 11- 6 días)	UR												
Rectificad. de Superf. Planas	Mantenimiento de los motores	UR	X											
SUBTOTAL IMPREVISTAS:		7	EJECUT.: 5	% CUMP.: 71%										
TOTAL MECANIZADO:		21	EJECUT.: 11	% CUMP.: 52%										

Elaborado por: El investigador.

Tabla 3.18 Matriz de inspección.

MATRIZ DE INSPECCION									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
Torno Paralelo universal Dist. E.P 1500mm. Com Husil	SISTEMA HIDRAULICO	NO puedan abrir o cerrar sus partes	MENSUAL	Técnico de Refrigeración y Ayudante Mecánico	Informe de reporte de novedades	0,25	2	0,5	6
	SISTEMA ELECTRICO	No permite operar los con normalidad	EN QUIEBRA	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	1	1	1	24
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Problemas para enfriar. Atraso de Produccion	TRIMESTRAL	Técnico de Refrigeración y Ayudante de Refrigeración	Informe de reporte de novedades	5	2	10	40
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0,25	1	0,25	3
Prensa Giratoria para Fresado tipo VK capacidad 8"	ESTRUCTURA METALICA	Partes metalicas pueden irse junto con el producto	MENSUAL	Mecánico	Llaves y Rache con dados	0,5	1	0,5	6
	SISTEMA DE TRANSMISION	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	EN QUIEBRA	Mecánico	Informe de reporte de novedades	1	1	1	24
	SISTEMA ELECTRICO	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	EN QUIEBRA	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	2	1	2	48
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Problemas para enfriar.	TRIMESTRAL	Mecánico	Informe de reporte de novedades	2	2	4	16
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0,25	1	0,25	3
Soldadura Lincon RX330 60HZ 220 (3)	Ventilacion	Equipo NO podra funcionar	ANUAL	Mecánico	Llaves, rache con dados, manómetros y refrigerante	24	2	48	48
	SISTEMA ELECTRICO	Paralizacion de elementos.	BIMENSUAL	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	8	1	8	48
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0,25	1	0,25	3
Fresadora Universal Mesa 300x1.150mm,Max. Rec.Long.	SISTEMA DE TRANSMISION	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	MENSUAL	Mecánico	Informe de reporte de novedades	0,66	1	0,66	8
	SISTEMA ELECTRICO	Paralizacion de un tramo del sistema o el sistema completo	BIMENSUAL	Electricista	Multimetro e informe de lecturas eléctricas	0,5	1	0,5	3
	ILUMINACION	Dificultad en los operadores para trabajar	MENSUAL	Electricista	--	0,25	1	0,25	3

TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SU PERÍODO DE EJECUCIÓN

Elaborado por: el investigador.

Tabla 3.19 Matriz de limpieza.

MATRIZ DE LIMPIEZA									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
Prensa Giratoria para Fresado tipo VK capacidad 8"	ESTRUCTURA METALICA	Acumulación de oxido	En Quiebra	Ayudante de mecanico	Desoxidante, viledas	5	1	5	120
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destornilladores	2	1	2	8
Torno Paralelo universal Dist. E.P 1500mm. Com Husil	ESTRUCTURA METALICA	Acumulación de oxido	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desoxidante, viledas	1	2	2	48
	SISTEMA DE TRANSMISION	Mal funcionamiento de equipos y aparicion de malos olores	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desengrasante ecologico, wipe, viledas	1	2	2	48
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destornilladores	3	1	3	12
Soldadura Lincon RX330 60HZ 220 (3)	CONDENSADORES	Mal funcionamiento de equipos	Bimensual	Ayudante Mecánico	Desplaz. humedad, llaves, brochas y destornilladores	6	2	24	144
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Semestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destornilladores	12	1	12	24
	PAREDES Y PISOS	Malos olores y aparicion de hongos	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desengrasante ecologico, wipe, viledas	1,5	1	1,5	36
Fresadora Universal Mesa 300x1.150mm,Max. Rec.Long.	ESTRUCTURA METALICA	Acumulación de oxido	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desoxidante, viledas	0,5	1	0,5	12
	SISTEMA DE TRANSMISION	Mal funcionamiento de equipos y aparicion de malos olores	En Quiebra	Ayudante mecánico	Desengrasante ecologico, wipe, viledas	0,5	1	0,5	12
	SISTEMA ELECTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Desplazador de humedad, brocha, destornilladores	2	1	2	4

TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SU PERÍODO DE EJECUCIÓN

Elaborado por: El investigador.

**Tabla 3.20** matriz de mantenimiento general periódico.

MATRIZ DE MANTENIMIENTO GENERAL PERIÓDICO									
EQUIPO CRITICO	AREA DE EJECUCION	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO REAL (h)	# M.O	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO
Torno Paralelo universal Dist. E.P 1500mm. Com Husil	SISTEMA HIDRAULICO	Niveles bajos de aceite y posibles fugas	ANUAL	Técnico de electricida y mecánico	Aceite y herramientas varias	4	2	8	8
	SISTEMA ELECTRICO	Deterioro general y posibles fallos	ANUAL	Electricista	Desp. Humedad, multímetro y herramientas varias	5	2	10	10
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Deterioro general y posibles atrasos de produccion	ANUAL	Técnico de mecanico	Herramientas varias	6	2	12	12
Prensa Giratoria para Fresado tipo VK capacidad 8"	SISTEMA DE TRANSMISION	Deterioro general y pérdida de calibración	ANUAL	Mecanico	Grasa, aceite y herramientas varias	24	3	72	72
	SISTEMA ELECTRICO	Deterioro general y fallo en sensores	ANUAL	Electricista y contratista	Desp. Humedad, multímetro y herramientas varias	8	2	16	16
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Deterioro general y posibles atrasos de produccion	ANUAL	Técnico de refrigeración y ayudante de refrigeración	Herramientas varias	10	2	20	20
Soldadura Lincon RX330 60HZ 220 (3)	SISTEMA ELECTRICO	Deterioro general y pérdida de calibración	ANUAL	Electricista y contratista	Desp. Humedad, multímetro y herramientas varias	16	2	32	32
	PAREDES Y PISOS	Dificultad de operación	ANUAL	Contratista	--	--	--	--	--
Fresadora Universal Mesa 300x1.150mm,Max. Rec.Long.	SISTEMA DE TRANSMISION	Deterioro general y pérdida de calibración	ANUAL	Mecanico	Grasa, aceite y herramientas varias	16	2	32	32
	SISTEMA ELECTRICO	Deterioro general	ANUAL	Electricista y contratista	Desp. Humedad, multímetro y herramientas varias	6	2	12	12
	VALVS. Y ELEM. REFRIG.	Deterioro general y posibles atrasos de congelación	ANUAL	Técnico de refrigeración y ayudante de refrigeración	Herramientas varias	4	2	8	8

TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SU PERÍODO DE EJECUCIÓN

Elaborado por: El investigador.

**Tabla 3.21** Frecuencia de mantenimiento para los equipos críticos.

**FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS  
DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS CON EL PROCESO PRODUCTIVO**

DESCRIPCIÓN	INSPECCIÓN	LIMPIEZA	REEMPLAZO	MANT. GEN.
<b>1. Sierra Sin Fin</b>				
<i>Estructura Metálica</i>		Q		
<i>Sistema Hidráulico</i>	M			A
<i>Sistema Eléctrico</i>	Q	T		A
<i>Válvulas y Elementos de Refrigeración</i>	T		PI	A
<i>Iluminación</i>	M		F	
<b>2.Torno Paralelo univer. 1000mm</b>				
<i>Estructura Metálica</i>	M	Q		
<i>Sistema de Transmisión</i>	SM	Q		A
<i>Sistema Eléctrico</i>	Q	T		A
<i>Válvulas y Elementos de Refrigeración</i>	T		PI	A
<i>Iluminación</i>	M		F	
<b>3. Torno Paralelo univer. 1500mm</b>				
<i>Estructura Metálica</i>	A			
<i>Sistema de Transmisión</i>		B		
<i>Sistema Eléctrico</i>	B	S		A
<i>Válvulas y Elementos de Refrigeración</i>		Q		A
<i>Iluminación</i>	M		F	
<b>4.Taladro Fresador Vertical</b>				
<i>Estructura Metálica</i>		Q		
<i>Sistema de Transmisión</i>	M	Q	PI	A
<i>Sistema Eléctrico</i>	B	S		A
<i>Válvulas y Elementos de Refrigeración</i>	T			A
<i>Iluminación</i>	M		F	

D = DIARIA

SM = SEMANAL

M = MENSUAL

B = BIMENSUAL

T = TRIMESTRAL

S = SEMESTRAL

A = ANUAL

Q = Cuando haya Quiebra

PI = Previo Inspeccion

F = Cuando exista Fallo

**Elaborado por:** El investigador.

**Tabla 3.22** Plan de mantenimiento anual general de los equipos críticos directamente involucrados en el proceso productivo.

[illegible]

**Elaborado por:** El investigador.

**Tabla 3.23** Plan de mantenimiento anual general de los equipos críticos indirectamente involucrados en el proceso productivo.

[illegible]

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL DE LOS EQUIPOS CRITICOS INDIRECTAMENTE INVOLUCRADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AÑO 2011

**Elaborado por:** El investigador.



### ***3.9.6. Análisis de resultados.***

#### ***3.9.6.1. Análisis cualitativos de resultados.***

En este caso prototipo que nos ocupa y que fue implementado bajo la metodología del Mantenimiento Planificado, se puede identificar los siguientes resultados cualitativos conseguidos:

- Con la aplicación del Nuevo Sistema de Lubricación un 90% de protección de los componentes y partes de los tornos, se redujo significativamente el porcentaje de paradas, se normalizó la operación de los equipos y auxiliares del sistema de producción; y, se redujo el tiempo medio entre fallas.
- Se normalizó los tiempos de producción, se redujo los daños al producto final y se mejoró ostensiblemente la seguridad industrial del equipo y del operador.
- Con la implementación del Sistema de Máximos y Mínimos de los componentes de las máquinas, se logró mantener el Stock estratégico de partes y repuestos de mayor rotación, de manera de estar preparados para cualquier contingencia, reduciendo los tiempos de reparación; además se logró normalizar y regular el consumo de los mismos.
- Con la implementación del Sistema de Control de Calidad se logró institucionalizar una cultura de calidad en el proceso mediante el control permanente de los parámetros operacionales; de las propiedades físico químicas de las materias primas, materias semielaboradas y producto final, que aseguró: la estandarización de la inspección, limpieza y lubricación, y lo que es más importante el aseguramiento de la calidad y volumen del producto final.

Finalmente con la implementación del Mantenimiento Productivo Total el personal operativo de producción y mantenimiento potenció sus habilidades y

conocimientos sobre los procedimientos de operación y mantenimiento; los estándares de regulación de peso y densidad; los procedimientos de contingencia en caso de pérdida de los parámetros del proceso de torneado, y de todo el ciclo de producción; cuya resultado es una eficiente y eficaz operación del sistema, la disminución considerable del reproceso, control sistemático de la regulación de pesos; y , lo que es muy importante la institucionalización del trabajo en equipo del área de producción y mantenimiento.

#### ***3.9.6.2. Análisis cuantitativos de resultados.***

- En lo que se refiere al análisis cuantitativo de resultados se puede decir que uno de los ítems fundamentales del MPT es el costeo y seguimiento de las actividades del mantenimiento antes, durante y después de las acciones planificadas.
- Con el seguimiento cuantitativo en este caso prototipo se puede decir que los resultados son completamente positivos, porque si hacemos la comparación de los niveles de perdidas en horas y en dinero antes de la mejora y después de la mejora, los resultados son significativos en razón de que antes de la mejora, el tiempo perdido en horas era el de 1388.8 horas, y la pérdida de dinero era de \$ 4.128 dólares americanos, luego de la mejora se redujo el tiempo perdido a 182.7 horas y el dinero perdido a \$ 856 dólares, como se lo indica en las Tablas 3.24, 3.25.

**Tabla 3.24** Detalles de la implementación de la mejora “Antes-Después”

MAQUINA	ANTES		DESPUES	
	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)364)
AREA 1	111.2	364	27.8	90
AREA2	93.2	336	23.3	130
AREA3	109.6	272	27.4	100
AREA4	234.8	808	58.7	256
AREA5	840	2.348	45.5	300
TOTAL	1388,8	4.128	182.7	856

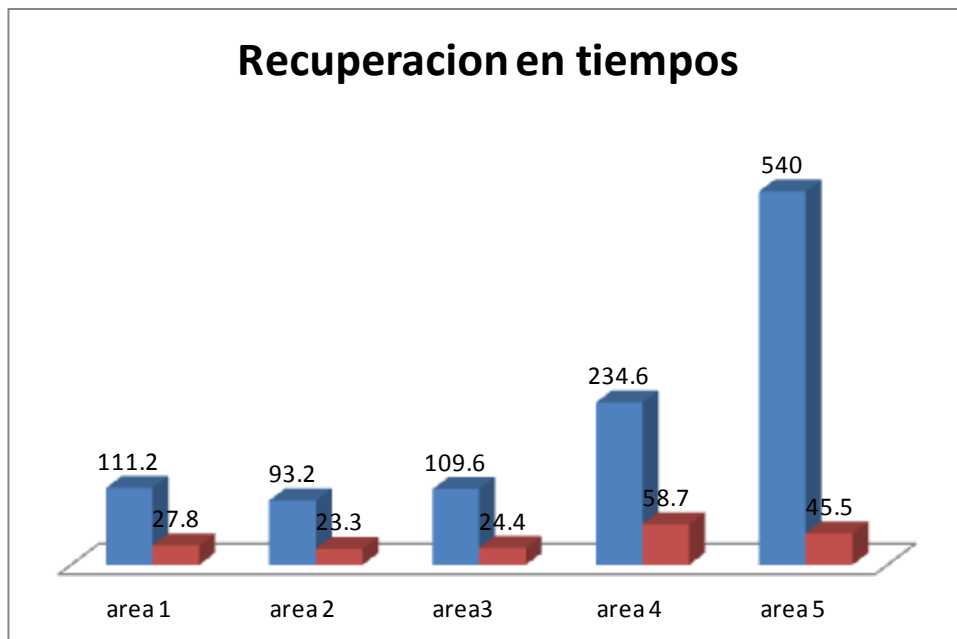
**Elaborado por:** El investigador.

**Tabla 3.25** Detalle de la implementación de la mejora, “Tiempo-Dinero”

	TIEMPO PERDIDO (hr)	DINERO PERDIDO (USD)
ANTES	1388,8	4.128
DESPUES	182,7	856
	1206,1	3272
RECUPERACION	0% /0	0% /0
	86,84	79,26

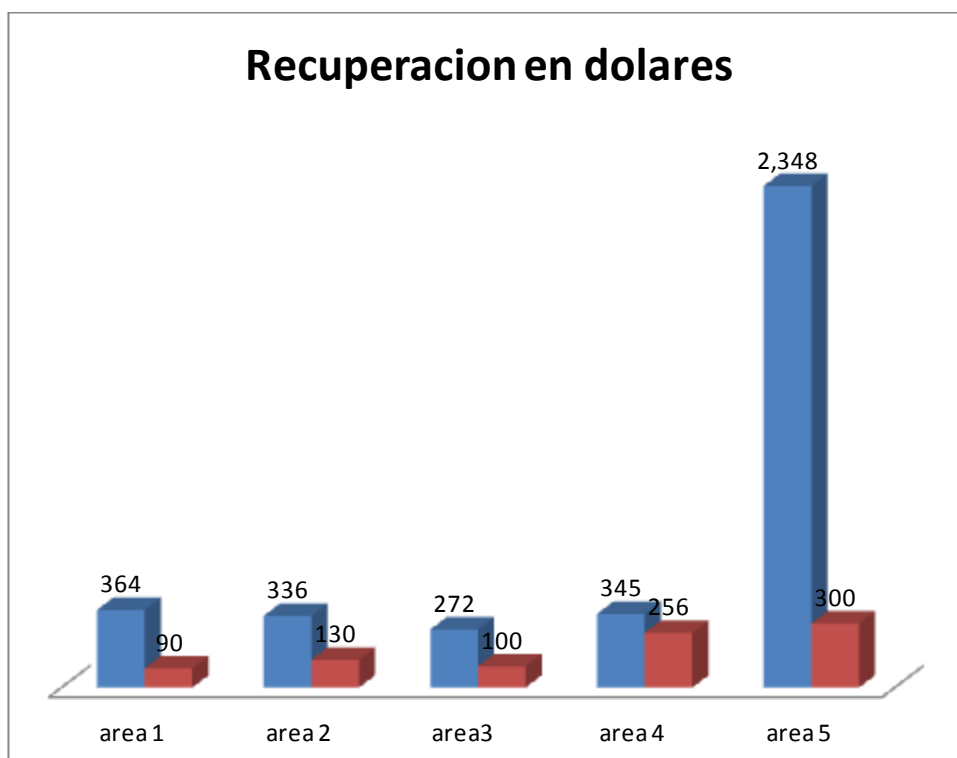
**Elaborado por:** El investigador.

**Figura 3.20.** Recuperación en Horas.



**Elaborado por:** El investigador.

**Figura 3.21.** Recuperación en Dólares.



**Elaborado por:** El investigador.

### **3.10. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO IMPLEMENTADO EN EL CENTRO DE PRODUCCION “EL SOL”.**

El Mp es un software para control y administración del mantenimiento que ayudara a mantener organizada toda la información que se requiere en el centro de producción. Se aplicara en las maquinas herramientas directamente involucradas en el proceso de producción, extrayendo los datos de sus catálogos o la información proveniente de los fabricantes y realizando el análisis de cada una de las maquinas.

#### ***3.10.1. Equipos utilizados.***

En esta base de datos, que ayuda a la administración de información de manera ordenada y eficiente, se dispondrá de todos los equipos y herramientas existentes en el centro de producción, poniendo como ejemplos los tres equipos que presentan mayor impacto en el proceso de producción:

- Máquina Fresadora Universal de 3 HP, mesa 250 mm x 1250 mm Marca TAIKU Modelo TB-450A.
- Torno paralelo de 1000 mm de bancada Marca TAIKU Modelo TS-450A.
- Taladro Fresador Vertical: Marca MORGAN Tipo VK Modelo 70000108.
- Rectificadora de Superficies Planas, Marca INTERAMERICAN YUCY Modelo 6250-E.P 1500mm.
- Sierra Sin Fin Modelo MH-1016JA, Marca METALEX Modelo DR-M243D.E.
- Sierra de banco grande, Marca INTERAMERICAN DJC Modelo CDL-6251.Dist. E.P 1000mm.

Se muestra la ventana de inicio de la base de datos, al dar clic en el botón aceptar procede a abrir otra ventana que nos permite ingresar a el acceso de maquinas herramientas.

**Figura 3.22.** Ventana de ingreso al programa MP.



**Elaborado por:** El investigador.

Al registrarse en el sistema, esta despliega la opción de acceso a maquinas herramientas, históricos de mantenimiento, en este formulario se procede al registro del usuario y la contraseña, se da clic en la opción aceptar y se prosigue con el registro de datos.

**Figura 3.23.** Ingreso a la base de datos.

Bases de Datos	Descripción
Acceso a Ejemplos	Base de ejemplo
Acceso a Maquinas Herramientas	Historicos de mantenimiento

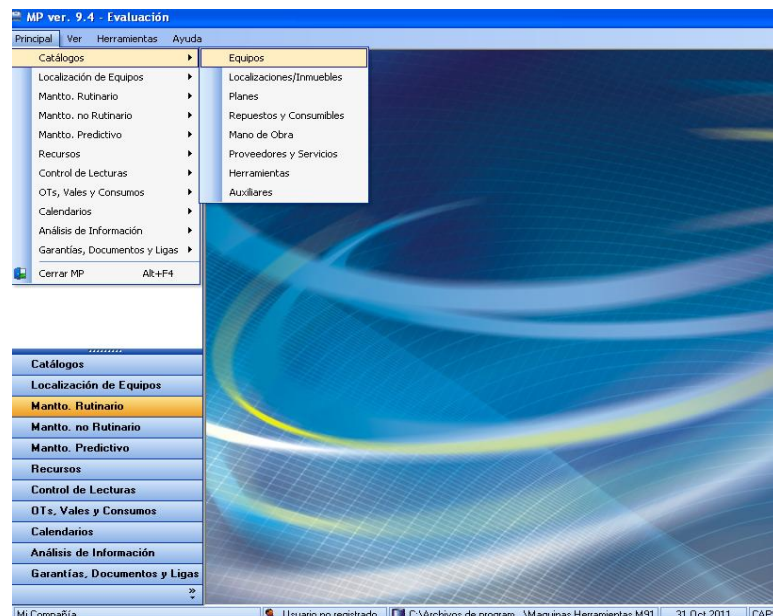
**Elaborado por:** El investigador.

### ***3.10.2. Ingreso de datos.***

La implementación del sistema comienza con el levantamiento de los equipos cuyo mantenimiento se desea controlar, Se ve la ventana principal de catálogos, allí se tiene el enlace de equipos, se ase clic en esta opción y aparece, la opción de registro de equipos y componentes, luego aparece el formulario de ingreso de datos.

El Mp permite documentar también toda la información referente a los equipos, como por ejemplo, fotografías, diagramas, especificaciones, manuales técnicos, datos del proveedor.

**Figura 3.24** Ventana de ingreso al registro de equipos.



**Elaborado por:** El investigador.

Se procede a escoger el equipo en el cual se va a trabajar y se registra con sus características específicas. Campos prioritarios, proveedores, imágenes, etc.

**Figura 3.25** Ingreso de datos de los equipos.

**Elaborado por:** El investigador.



Figura 3.26 Registro de equipos.

**Agregar**

Producto: MAQUINA FRESADORA \*

Capacidad: 3HP

Marca: TAIKU

Modelo: TB-450A

Identificador, Serie, Placas: 15-002202

Otro 1:

Otro 2:

Código:

Prioridad: Alta

Clasificación 1: MECANIZADO

Clasificación 2: PARTES DE ENSAMBLAJE

Centro de Costo: 1862 MANTENIMINETO

Equipo Padre:

Asignar equipo padre Quitar equipo padre

Localización: \ LINEA DE PRODUCCION

Tipo de Equipo: MAQUINA HERRAMIENTA

Campos Personalizados Proveedor Notas Imágenes Archivos Adjuntos

**Campos Personalizados para el Tipo de Equipo MAQUINA HERRAMIENTA**

F2 <NUEVO> Otro Aceptar Cancelar

Elaborado por: El investigador.

Figura 3.27 registro de equipos.

**Agregar**

Producto: RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS \*

Capacidad: 5.5 HP

Marca: INTERAMERICAN YUCY

Modelo: 6250-EP

Identificador, Serie, Placas: 15-002203

Otro 1:

Otro 2:

Código: MH003

Prioridad: Baja

Clasificación 1: MECANIZADO

Clasificación 2: ACABADOS

Centro de Costo: 1862 MANTENIMINETO

Equipo Padre:

Asignar equipo padre Quitar equipo padre

Localización: \ LINEA DE PRODUCCION

Tipo de Equipo: MAQUINA HERRAMIENTA

Campos Personalizados Proveedor Notas Imágenes Archivos Adjuntos

**Campos Personalizados para el Tipo de Equipo MAQUINA HERRAMIENTA**

F2 <NUEVO> Otro Aceptar Cancelar

Elaborado por: El investigador.

Una vez que se realiza la lista de los equipos con sus respectivos planes o rutinas de mantenimiento, el Mp calcula en forma automática los calendarios de mantenimiento.

**Figura 3.28** Lista de los equipos y maquinas registrados.

The screenshot shows the 'Catálogos - Equipos' window. On the left is a sidebar with a tree view containing 'Equipos', 'Localizaciones/Inmuebles', 'Planes', 'Repuestos y Consumibles', 'Mano de Obra', 'Proveedores y Servicios', 'Herramientas', and 'Auxiliares'. The main area displays a table of equipment records. Below the table, there is a detailed view for a selected item, showing fields like 'Descripción', 'Localización', 'Datos Generales', 'Campos Personalizados', 'Proveedor', 'Notas', 'Imágenes', and 'Archivos Adjuntos'.

Tipo	Descripción	Prioridad	Tipo de Equip
	DOBLADORA DE TUBOS REDONDOS Y CUADRADOS DE 7/8" (CON 8 DADOS 12" CORTE KLOP XS-65 15-002204 (MH 004)	Alta	MAQUINA HE
	EQUIPO COMPRESOR DE AIRE 2 HP, 15 GLN, 125 PSI PAWERCUT MODELO TV04-0306 CAPACIDAD 8" 15-002206 (MH 006)	Alta	MAQUINA HE
	MAQUINA FRESADORA 3HP TAIKU TB-450A 15-002202 (MH002)	Alta	MAQUINA HE
	RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS 5.5 HP INTERAMERICAN YUCY 6250-EP 15-002203 (MH003)	Alta	MAQUINA HE
	SIERRA SIN FIN MODELO MH-1016JA 5HP METALEX DR-M243D.E. 15-002208 (MH 008)	Alta	MAQUINA HE
	TALADRO ELÉCTRICO DE 5/8" (300 VATIOS) PAWERCUT PH-J547041 15-002205 (MH 005)	Alta	MAQUINA HE
	TALADRO FRESADOR VERTICAL 7HP MORGAN MD-40N2F. 15-002207 (MH 007)	Alta	MAQUINA HE
	TORNO 400 V 1000 MM DE BANCADA Y 400 DE MM DE ABD. TAIKU TS-450A. 15-002201 (MH 001)	Alta	MAQUINA HE

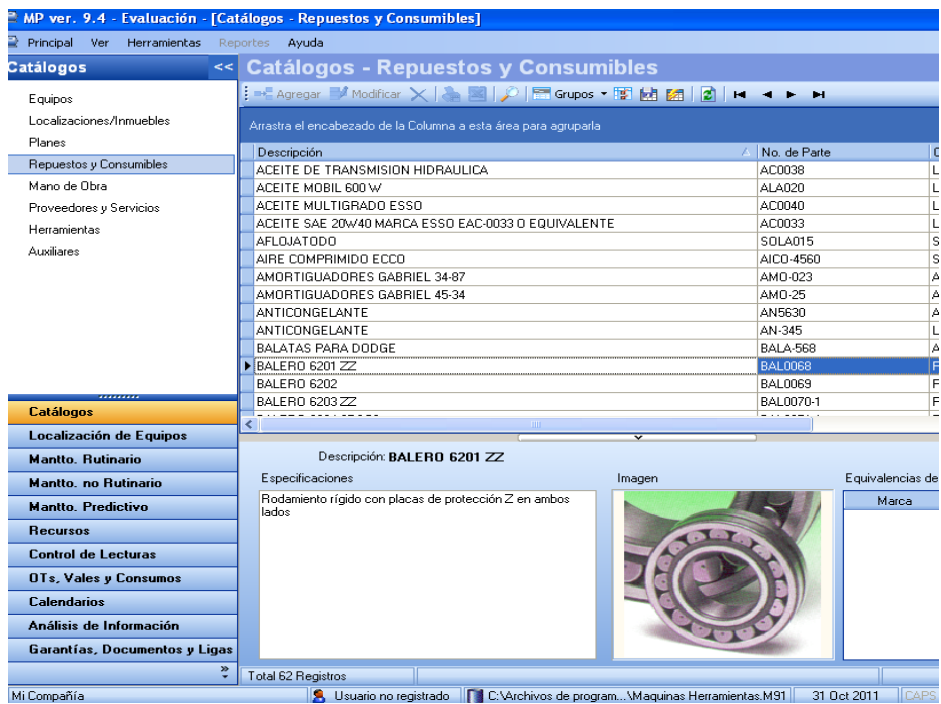
Descripción: DOBLADORA DE TUBOS REDONDOS Y CUADRADOS DE 7/8" (CON 8 DADOS 12" CORTE KLOP XS-65 15-002204)	
Localización: LINEA DE PRODUCCION	
<div> <div>Datos Generales</div> <div>Campos Personalizados</div> <div>Proveedor</div> <div>Notas</div> <div>Imágenes</div> <div>Archivos Adjuntos</div> </div>	
Producto: DOBLADORA DE TUBOS RE	Capacidad: 12" CORTE
Marca: KLOP	Modelo: XS-65
Identificador, Serie, Placas: 15-002204	Otro 1:
Otro 2:	Código: MH 004
Prioridad: Alta	Clasificación 1: MECANIZADO
Tipo de Equipo: MAQUINA HERRAMIENTA	Clasificación 2: ACABADOS
Equipo Padre:	
Centro de Costo: 18	MANTENIMINETO
Total 8 Registros	

At the bottom of the window, there is a status bar showing 'Mi Compañía', 'Usuario no registrado', a file path 'C:\Archivos de program...\Maquinas Herramientas.M91', the date '31 Oct 2011', and the user 'CAPS'.

**Elaborado por:** el investigador.

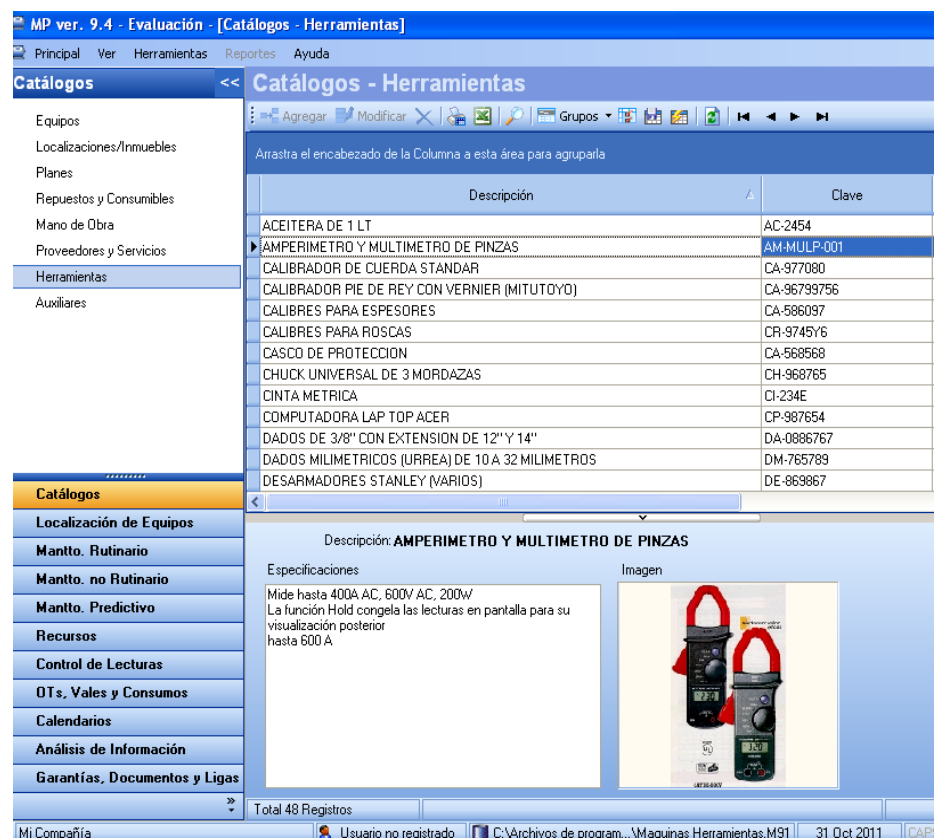
El Mp incluye un programa de inventario de repuestos y consumibles , asi como un programa para el control de herramientas, la union de estos dos programas con el MP permiten al personal de mantenimiento consultar la existencia de repuestos y disponibilidad de las herramientas necesarias antes de iniciar un trabajo, evitando demoras y perdidas de tiempo por no contar con los repuestos necesarios.

Figura 3.29 Repuestos y consumibles.



Elaborado por: El investigador.

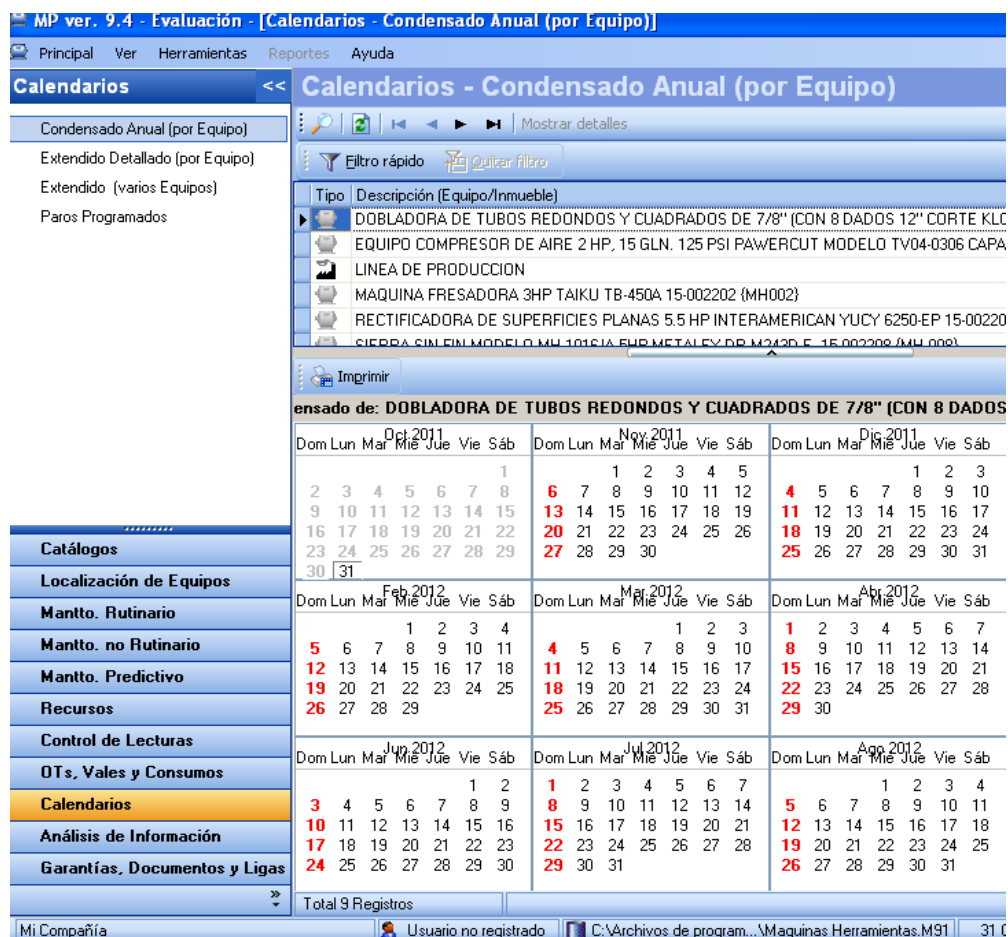
Figura 3.30 Herramientas disponibles.



Elaborado por: El investigador.

En los calendarios aparecen las fechas exactas cuando deben realizarse cada una de las actividades de mantenimiento.

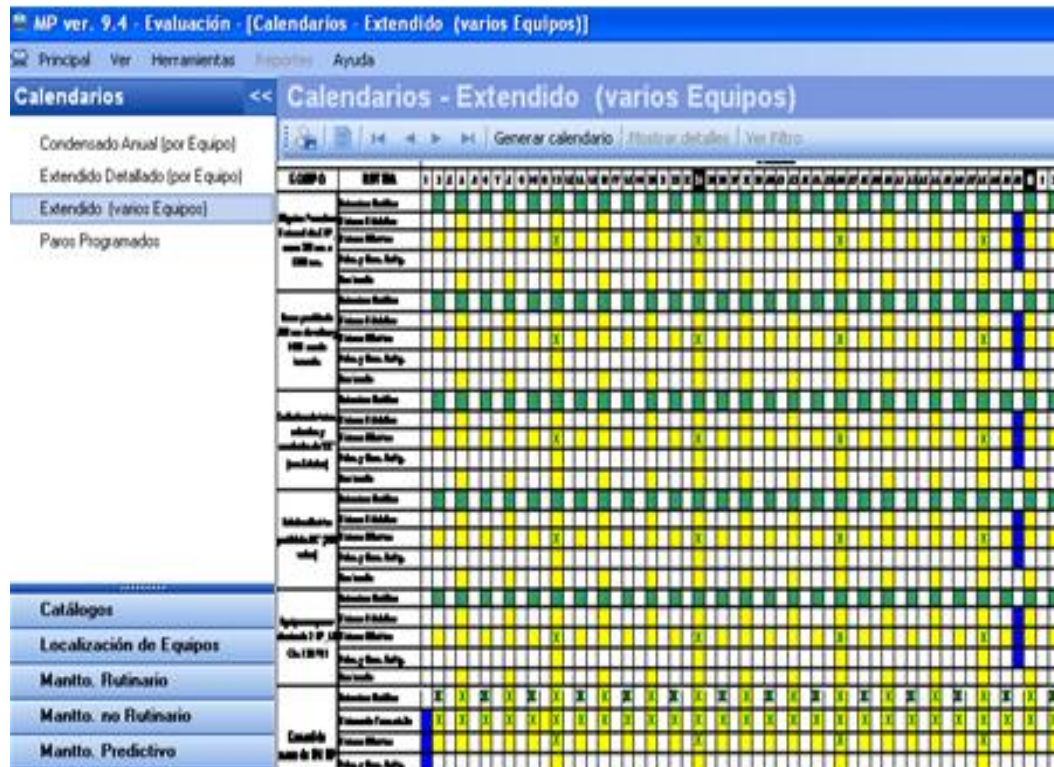
Figura 3.31 Calendario anual de mantenimiento



Elaborado por: El investigador.

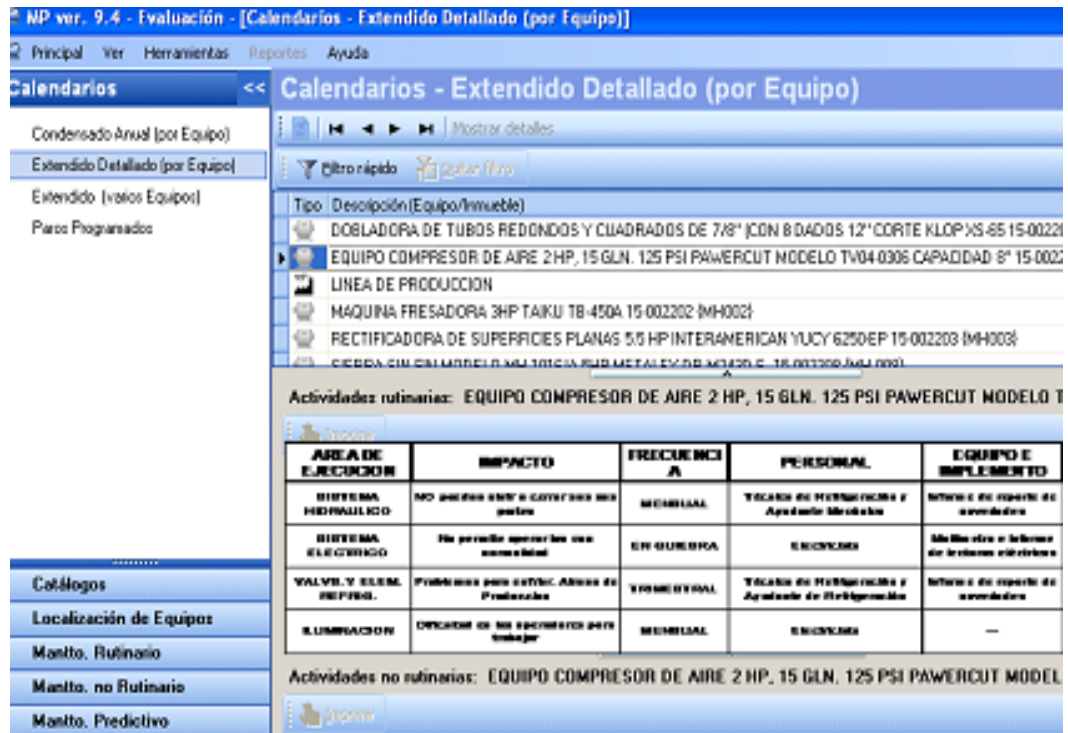
En el modulo de generacion de los planes de mantenimiento presenta una lista actualizada con todos aquellos trabajos programados para realizarse en el periodo, partiendo del plan de mantenimiento anual se genera una lista de trabajos a desarrollarse .

Figura 3.32 Plan anual de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso productivo.



Elaborado por: El investigador.

Figura 3.33 Plan de mantenimiento por equipo.



Elaborado por: El investigador.

### **3.11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### ***3.11.1. Conclusiones.***

Al concluir esta tesis se puede sintetizar lo siguiente:

1. En la mencionada planta productora se ha iniciado la implementación del Mantenimiento Productivo Total, que permite asegurar el normal funcionamiento de los sistemas, máquinas, equipos y auxiliares de planta, maximizando su eficiencia dentro del proceso para el cual han sido diseñados, aumentando el tiempo de su vida útil.
2. La implantación del programa se lo dividió en tres fases ágiles: La fase funcional, dirigida a los sistemas, máquinas y equipos de planta, la fase de Recursos Humanos enfocada al entrenamiento y capacitación del personal; y, la fase Técnica, que es la Gestión del Mantenimiento Productivo Total propiamente dicho.
3. La fase funcional de implantación del programa de Mantenimiento Productivo Total es la más importante porque permitió conocer los sistemas, máquinas, equipos y auxiliares de planta involucrados en el proceso productivo, y de esta forma se logró definir e identificar los sistemas críticos y a su vez planificar el mantenimiento dando prioridad a los mismos.
4. En la fase relacionada al Recurso Humano, se desarrolló un plan de entrenamiento y capacitación intensiva a los grupos ocupacionales de mantenimiento, producción, comercialización y administrativo de planta, logrando optimizar al recurso humano mediante el desarrollo de sus habilidades y de trabajo conjunto de los grupos ocupacionales.
5. En la fase Técnica, se dio un importante paso al implantar las órdenes de trabajo, reflejándose por los buenos resultados obtenidos en el caso prototipo

desarrollado, aplicando un mantenimiento dirigido, planificado y controlado involucrando al personal de producción y mantenimiento, aumentando la eficiencia y eficacia de las acciones. De estas órdenes de trabajo de mantenimiento se derivó el Historial de Mantenimiento.

6. Mediante la implantación del Plan MAESTRO, se logró obtener un mantenimiento organizado y planificado, puesto que aquí se identifican las necesidades de recursos, optimizando los esfuerzos de mantenimiento.
7. Con la implantación de los estándares y especificaciones de trabajos preventivos para el caso piloto: Optimización del Sistema Y Máquinas, se logró implantar un sistema de mantenimiento preventivo planificado. Con éstos elementos, las paradas emergentes y los trabajos de mantenimiento correctivo se han minimizado de manera considerable, siendo esto sustentable por medio de los indicadores claves de mantenimiento.
8. Con el desarrollo del programa de mantenimiento se incrementó la confiabilidad de los sistemas, máquinas y equipos en un 86.84%, y por ende se incrementó la productividad y la seguridad de funcionamiento de los mismos.
9. Se logró estandarizar las actividades de mantenimiento en las áreas, es decir, especificar el tiempo que se requiere para realizar dichas actividades, los recursos que se necesitan y frecuencia para realizarlas, situación que permitió tener un mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado, pretendiendo en los próximos periodos extenderlos hacia las otras áreas del proceso de producción.
10. El impacto deseado con el procedimiento MP, es optimizar en forma económica la utilización y disponibilidad de los equipos e instalaciones del centro de producción.

11. La base de datos desarrollada en este trabajo, posee un lenguaje sencillo para su fácil utilización. El ingreso de datos se lo puede realizar rápida y confiablemente a través de sus formularios de entrada, la obtención de información requerida es efectiva mediante los informes, los mismos que son de fácil comprensión.

12. Es importante tener la información organizada, para poder encontrar datos necesarios en momentos precisos; en el ejemplo de aplicación se nota las extensas opciones para el manejo de información.

El tiempo que tomó realizar el presente trabajo fue de ocho meses, considerando que ya se había implantado éste mismo programa en otras plantas de producción similares en el sector.

### ***3.11.2. Recomendaciones.***

Recomendaciones para una buena implantación del TPM en la industria.

Una de las claves para la puesta en marcha del TPM en forma exitosa es que la dirección comunique el motivo del cambio estratégico que se inicia en los centros productivos con tanta claridad y en una forma que logre el interés en un principio y un compromiso total en todos los niveles para llevar a cabo esta estrategia. Se debe crear el suficiente entusiasmo para lograr que la puesta en práctica del TPM sea una verdadera cruzada contra todo lo que sea despilfarro en la organización.

Los pasos sugeridos por el JIPM deben ser tomados como pautas concretas para abordar el trabajo. La implantación del TPM en empresas con carácter latino es la menos estudiada; la mejor evidencia de lo que se debe hacer o no se debe hacer proviene de las experiencias reportadas y de las lecciones aprendidas por los directivos y de las compañías. A continuación no pretendo presentar una lista de verificación, sino resumir algunos de los puntos que se deben tener en cuenta en la reflexión para el inicio de una estrategia como TPM.



1. Diseñar una organización con los componentes, capacidades y recursos para llevar a cabo la estrategia. El equipo directivo de un centro productivo forma el comité TPM. Cada directivo o pequeños grupos de directivos constituyen el equipo líder de cada pilar TPM. El objetivo consiste en involucrar a todos los directivos en la dirección de las acciones TPM. La coordinación de estos equipos la realiza la dirección superior del centro productivo. El segundo elemento organizativo es la coordinación. No es aconsejable asignar el proyecto a una sola persona de la empresa, especialmente con la interpretación de “responsable”.
2. Asignar presupuestos para el desarrollo de la estrategia TPM. Implantar TPM implica realizar acciones que requieren inversiones. Es posible que la más significativa tiene que ver con la recuperación del deterioro acumulado de los equipos de las instalaciones industriales. Si se pretende mejorar el nivel de productividad de una planta, es necesario mejorar la gestión de los equipos, mejorar el mantenimiento preventivo y esto exige inversiones que se recuperarán posteriormente con los mejores niveles de productividad y utilización de los equipos.
3. Establecer políticas y procedimientos que respalden la implantación del TPM. Las acciones TPM requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la organización por los procesos productivos. Es necesario establecer las “reglas del juego” como objetivos específicos, índices de gestión, sistemas de control de las rutinas y todo aquello que ayude a mejorar las operaciones industriales.
4. Desarrollar sistemas de comunicación eficaces que permitan que el personal de la compañía pueda realizar su trabajo “alineado” a los objetivos de la empresa. El TPM se apoya en modelos de comunicación informales como encuentros, jornadas internas, comunicación visual entre otros, como medios para mantener el entusiasmo de los trabajadores con

los objetivos establecidos. Un buen ejemplo son las reuniones de trabajadores en los empalmes de turnos en una fábrica para comentar logros, plan de trabajo de acciones TPM y problemas rutinarios.

5. Cerrar el ciclo de gestión con la evaluación del desempeño, reconocimiento y programas de motivación. Es necesario reconocer los logros, siguiendo los mecanismos actuales o nuevos diseñados específicamente para el TPM. Una buena ejecución de las acciones TPM debe tener un reconocimiento por parte de la dirección y de todos los integrantes de la empresa. Es necesario contar con un plan específico para este punto.
6. Crear un ambiente de trabajo participativo y de capacidad para resolver problemas en forma autónoma. Una cultura de “creer en la capacidad del trabajador” ayudará a introducir acciones autónomas presentes en el TPM como en el MA. Esto exige que la dirección promueva la formación permanente del trabajador y la asignación gradual de responsabilidades mayores.
7. Ejercer liderazgo para impulsar la puesta en práctica. La continúa comunicación personal de los líderes con los integrantes de los equipos, la energía permanente de valorar avances, las señales coherentes que se envían a los niveles operativos son fundamentales para mantener el entusiasmo en las personas. Existen numerosos directivos que logran resultados cada año, sin embargo, no logran renovar la capacidad competitiva de la empresa.
8. La base de datos desarrollados en esta tesis debe ser llenada por una persona que tenga conocimientos básicos en el software Mp, además la información ingresada debe ser discutida por un equipo de trabajo.

9. Para realizar un análisis específico de un equipo, se debe tener una visión del sistema del cual forma parte, además se debe determinar las funciones primarias de acuerdo al contexto operacional dentro del sistema que está siendo analizado.
10. El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. Por consiguiente el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. Es parte importante de un programa de mantenimiento dentro de cualquier organización.
11. El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto, el trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinaria, esto permite mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.
12. La planeación de mantenimiento no debe de ser rígida, sino al contrario se la debe de considerar flexible, esto es, combinar varias de las filosofías de mantenimiento al momento de desarrollar un plan o procedimiento de mantenimiento.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

### ***BIBLIOGRAFÍA CITADA***

- <sup>1</sup>Arantes da Costa Eliezer. Gestión Estratégica. Editora Saravia., México, (2002, Pág. 37).
- <sup>2</sup>GITS C.W. Design of maintenance concepts. International Journal of Production Economics, Grupo Editor, S.A, (1992. Pág. 24).
- <sup>3</sup>González Francisco. Metodología del Diseño Industrial. Editorial RA-MA. España, (2002, Pág.12).
- <sup>4</sup>[Deming](#) Eduardo. Mejoramiento continuo de la producción. Editorial Norma, Colombia. (1996, Pág.40).
- <sup>5</sup>Tsuchiya. Proceso de implementación del TPM. Grupo Editor, S.A. de C.V., México, (1992; Pág. 85-88).
- <sup>6</sup>Nikajima Seiichi, Introducción al TPM, Editorial productiviti, Edición, (1993; Pág. 24).
- <sup>7</sup>JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), Programa de Desarrollo del TPM, Edición en español por Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid, España, (1991; Pág. 34-157).
- <sup>8</sup>Shiroe kumo. TPM para mandos intermedios de fabrica, Editorial Productivity press, (2000. Pág. 211).

### ***WEB GRAFÍA CITADA***

- <sup>1</sup>En “[http:/ www.infomipyme.com /trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml](http://www.infomipyme.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml)”
- <sup>2</sup>En:“<http://es.scribd.com/doc/51170378/Introduccion-Al-Tpm-de-Seiichi-Nakajima>”
- <sup>3</sup>En“<http://tpm.awardspace.us/Elementos.htm>”.
- <sup>4</sup>En“[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/mantenimientoindustria/default.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/mantenimientoindustria/default.asp)”.
- <sup>5</sup>En “<http://www.mipagina.cantv.net/micerinos/mantenimiento.htm>”

- <sup>6</sup>En “<http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeMantenimiento.htm>”
- <sup>7</sup>En“[http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento\\_industrial/mantenimiento-industrial.shtml](http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento_industrial/mantenimiento-industrial.shtml)”.
- <sup>8</sup>En“[http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?mainpage=document\\_general\\_info&cPath=412\\_417products\\_id=370](http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?mainpage=document_general_info&cPath=412_417products_id=370)”
- <sup>9</sup>En”[http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento\\_predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml](http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento_predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml)”.
- <sup>10</sup>En “[http://www.solomantenimiento.com/m\\_correctivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm)”.
- <sup>11</sup>En“[www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm)”.
- <sup>12</sup>En“[http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main\\_page=document\\_general\\_info&cPath=412&products\\_id=362](http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main_page=document_general_info&cPath=412&products_id=362)”

## ***BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA***

- MASA AKI IMAI – Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo – McGraw Hill – 1997.
- BAND WILLIAM A. – Creación del Valor –Díaz de Santos – 1994.
- MACDONALD JOHN Y PIGGOTT JOHN – Calidad Global – Panorama – 1993.
- ABEGGLEN JAMES Y STALK GEORGE – Kaisha. La corporación japonesa — Plaza & Janes – 1990.
- REICH ROBERT – El trabajo de las naciones – Vergara – 1993.
- ROBBINS STEPHEN – Comportamiento Organizacional – Prentice Hall – 1993.
- DAVIS KEITH Y NEWSTROM JOHN W.– Comportamiento Humano en el Trabajo – McGraw Hill – 1999.
- GORDON JUDITH R.– Comportamiento Organizacional – Prentice Hall – 1997.
- CHASE Y AQUILANO – Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones – McGraw Hill / Irwin – 1992.
- SÁNCHEZ, Víctor. Metodología del diseño industrial. Editorial RA-MA. España. (2002).

## ***BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA***

- <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S001273532006QQQ3QQ009&script=sciarttext>
- <http://elfuturista.blogspot.com/2007/03/una-definicion-de-arte.html>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Precisi%C3%B3n\\_y\\_exactitud](http://es.wikipedia.org/wiki/Precisi%C3%B3n_y_exactitud)
- <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-073.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A9tico>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad>
- <http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/veref/veref.shtml>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Manufactura>
- <http://definicion.de/cognitivo/>
- [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/portilla\\_v\\_ln/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/portilla_v_ln/capitulo2.pdf)
- <http://www.babylon.com/definition/insumo/Spanish>.
- <http://es.thefreedictionary.com/sincronizada>.
- <http://www.infomipyme.com/Docs/SV/Offline/comoadministrar/proceso1.htm>.
- <http://ciberconta.unizar.es/leccion/desapro/100.HTM>.
- <http://www.monografias.com/trabajos68/inspeccion-proceso-productivo/inspeccion-proceso-productivo.shtml>.
- <http://www.deguate.com/infocentros/gerencia/admon/12.htm>.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Accionar:** Hacer que actúe una fuerza, con preferencia para la inversión de una válvula, pudiendo ser esta acción mecánica, eléctrica, neumática o hidráulica.

**Amortiguación:** Disminución de la velocidad del pistón de un cilindro antes del final de la carrera por desplazamiento de un volumen de aire o aceite a través de un punto de estrangulación que es casi siempre ajustable.

**Aprovechamiento:**  $((\text{Tiempo total calendario} - \text{Tiempo no programado} - \text{Tiempo muerto planificado para mantenimiento}) / \text{Tiempo calendario}) \times 100$ .

**Automatización:** Planificación y construcción de aparatos, equipos y sistemas de organización para el desarrollo automático de procesos de trabajo determinados en una secuencia establecida sin la intervención del hombre.

**Ciclo de vida:** costo total de un ítem a lo largo de su vida, incluyendo costos de adquisición, operación, mantenimiento, mejoras, modificaciones y extracción.

**Ciclo de vida:** tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo comprende desde su adquisición hasta su reemplazo, es decir objeto de una rehabilitación.

**Confiabilidad:** capacidad de un ítem para realizar su función específica en determinadas condiciones, durante un periodo de tiempo determinado. También se puede denominar probabilidad que un ítem funcione correctamente en las condiciones operativas de proyecto durante un determinado periodo de tiempo.

**Costo de mantenimiento:** son los gastos que se realizan para ejecutar mantenimiento / toneladas de producto terminado.

**Costo directo de mantenimiento:** gastos con mano de obra propia o contratada, materiales de reposición, parte proporcional de los costos de supervisión y de los

recursos materiales empleados en la reparación de avería o reposición de un ítem.  
Costo de disponibilidad.

**Costo indirecto de mantenimiento:** costos derivados de la pérdida de producción, rendimiento y calidad así como por daños a la seguridad y al medio ambiente, causados por la avería de un ítem. Costo de indisponibilidad.

**Crv de mantenimiento:** Es el costo de valor de reparación de un activo que debe ser como target el 4% del activo para plantas de proceso químico y el 15% para plantas del sector plástico.

**Disponibilidad (%):**  $((\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempo de reparación}) / \text{dividido para tiempo de operación}) \times 100$ .

**Disponibilidad:** capacidad de un ítem de estar en el estado admisible que permita cumplir una función exigida en las condiciones establecidas, durante un cierto momento o durante un intervalo de tiempo dado, suponiendo que el suministro de los medios externos está asegurado. Puede ser expresarse aún como la probabilidad que un ítem pueda encontrarse disponible para su utilización en un determinado momento o durante un determinado periodo de tiempo. La disponibilidad de un ítem no implica que el mismo esté necesariamente funcionando, pero si fue se encuentra en condiciones de funcionar.

**Esquema:** Representación simbólica de la estructura y enlace de los distintos elementos de un equipo neumático.

**Falla:** interrupción de función de la operación desempeñada por máquinas o componentes; pérdida de la función específica de la máquina.

**Frecuencia de fallas:**  $(\text{Número total de paradas debido a fallas} / \text{dividido para el tiempo de operación}) \times 100$ .



**Hinshitsu-hozen (mantenimiento de la calidad):** el concepto de calidad asegurada se aplica a los equipos y a la administración de las instalaciones. La idea básica es mantener la integridad del equipo intacta, para elaborar productos 100% no defectuosos. "Hinshitsu-Hozen" se destina a librar el equipamiento de defectos de calidad, establecer condiciones de cero defecto, sustentar el control de tendencia, y ante la posibilidad de defectos de calidad tomar las medidas pertinentes con anticipación.

**Item:** sistema, instalación, planta, fábrica, entidad, bien, máquina, equipo, conjunto, componente o pieza que puede ser considerado individualmente, y que admite separadamente, pruebas de verificación de su estado general.

**Jishu-hozen (mantenimiento autónomo):** la traducción puede parecer errónea, pero se trata de actividades de mantenimiento iniciadas por la gerencia y ejecutadas en pequeños grupos. Los operadores limpian, chequean, lubrican y reaprietan (tornillos y tuercas) de manera rutinaria, impidiendo el desarrollo de fallas. Los esfuerzos de los operadores ayudan también a aliviar la carga de trabajo del personal de mantenimiento, que, a su vez, puede concentrarse en actividades de mantenimiento más sofisticadas. "Jishu-Hozen" se realiza en 7 etapas. Cada grupo debe someterse a una auditoria o diagnóstico, antes de pasar a la etapa siguiente. Los grupos aprobados son reconocidos y reciben un certificado de aprobación. No se deja "Jishu-Hozen" a cargo de los operarios; es tarea de los gerentes orientar y administrar a sus subordinados.

**Kaizen (mejora):** actividades de mejora continua y creciente realizadas en pequeños grupos. Los círculos de control de calidad son ampliamente conocidos por sus actividades kaizen. Se buscan las causas a partir de los defectos o problemas mediante un análisis profundo, de "brainstorming" y de otras herramientas y métodos de Kaizen; así, el grupo podrá solucionar determinado tema (problema). Una vez resuelto, dicho nivel de realización se considera un nuevo estándar a partir del cual se tomará una nueva meta como objetivo.

**Kobetsu-kaizen (mejora enfocada):** proyectar actividades en pequeños grupos para solucionar un problema determinado. Los problemas consisten en las 16 grandes categorías de pérdidas que perjudican la eficiencia de las actividades productivas. En la etapa introductoria de TPM, un equipo multifuncional conformado por ingenieros y gerentes de línea escogen una máquina modelo y aplican una mejora específica para demostrar que sus esfuerzos son eficaces en el sentido de aumentar la eficiencia de la producción. Lo logrado en una máquina se repite en otras unidades similares. El grupo inicial repite este proceso, teniendo como objetivo una máquina piloto, para generar beneficios en otras máquinas hasta completar todas las máquinas o equipos de la fábrica.

**Mantenibilidad:** facilidad con que se puede efectuar una intervención de mantención. Probabilidad que un ítem averiado pueda volver a su estado operativo en cierto período de tiempo, cuando la mantención se realiza en condiciones determinadas y con medios y procedimientos establecidos.

**Mantenimiento correctiva:** es un sistema en el cual el concepto de prevención de defectos en equipos o máquinas se amplió, en el sentido de aplicar a éstos mejoras para eliminar la ocurrencia de defectos y aumentar su respectiva capacidad de mantenimiento.

**Mantenimiento predictiva:** se basa en el conocimiento del estado/condición de un ítem, mediante mediciones periódicas o continuas de uno o más parámetros significativos. La intervención de mantención predictiva busca la detección temprana de los síntomas que preceden a una avería.

**Mantenimiento preventivo:** puede definirse como un seguimiento de las condiciones físicas de los equipos, y como cierta "medicina preventiva" aplicada a éstos. Así como la expectativa de vida del ser humano ha aumentado gracias a los progresos de la medicina preventiva, la vida útil de los equipos industriales también puede prolongarse mediante la aplicación de medidas preventivas

anticipadas, con el objeto de evitar tanto fallas en máquinas como la pérdida definitiva de éstos.

**Muri (esfuerzo):** se recomienda la operación equilibrada y en línea. El flujo de trabajo, carga de trabajo y la operación no deben ser desiguales e irregulares. Deben eliminarse los diversos desperdicios o pérdidas.

**No conformidad:** al atender los requerimientos. Palabra de sentido amplio, cuyo significado desde algo equivocado, problemas o fallas, hasta defectos como fugas de aire y de aceite, cablería y ductos en malas condiciones, etc. En el proceso de limpieza inicial de mantenimiento autónomo.

**Numero de falla (#):** Es el número de falla que se presenta cuando el equipo esta en producción.

**OEE:** Índice de Eficiencia Global de Equipos - utilización plena de sus respectivas funciones y capacidades.

**Prevencion de mantenimiento:** significa equipos y líneas de producción proyectados de modo a eliminar la necesidad de mantenimiento de éstos. Como el objetivo primordial de estos proyectos es la obtención de equipos y líneas de producción exentos de la necesidad de mantenimiento, se harán todos los esfuerzos en el sentido de lograr la condición ideal, es decir, actividades de perfeccionamiento de la productividad de los equipos, mediante la aplicación de conceptos de MP, PM y CM durante la vida útil de éstos.

**Programa o Software:** Es un conjunto de instrucciones dirigidas a la computadora para que esta lleve a cabo una secuencia de acciones con el objetivo de realizar una o más operaciones que permitan solucionar un problema.

**Símbolos:** Representación gráfica simplificada de elementos neumáticos y de otro tipo con inclusión de las funciones.

**Tiempo medio de reparación (horas/fallas):** Tiempo total de operación dividido para el tiempo de reparación de las fallas.

**Tiempo medio entre fallas (horas/fallas):** Tiempo total de operación dividido para el número de fallas.

**Tiempo muerto planificado:** Tiempo utilizado para mantenimiento.

**Tiempo no programado:** Cierre de línea, feriados, falta de orden de trabajo, pruebas reuniones, inventarios, comida.

**Tpm:** Conjunto de actividades orientadas a la identificación de pérdidas en procesos empresariales - gestión de equipos, personas, procesos y productos - de modo a identificar pérdidas y transformarlas en oportunidades, a través de acciones de recuperación y mejoras continuas ejecutadas por todas las personas de una organización.

## **GLOSARIO DE SIGLAS**

**Acum:** Acumulado

**Assist:** Asistente

**BDM:** Mantenimiento Después de la Avería

**C:** Costo

**CBM:** Mantenimiento Basado en las Condiciones

**Cord:** Coordinador

**D:** Distribución

**EPP:** Equipo de Protección Personal

**GGA:** Grupo de Gestión Autónomo

**Hr:** Hora

**JIPM:** Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas

**Kg:** Kilogramo.

**KW:** Kilovatios.

**LUP (LPP):** Lección de Un Punto.

**MA:** Mantenimiento Autónomo.

**MP:** Mantenimiento Preventivo.

**MPa:** Software de mantenimiento.

**MSC:** Concepto Estratégica del Mantenimiento.

**MTBF:** Tiempo Medio Entre Fallas

**Mtto:** Mantenimiento

**MTTR:** Tiempo Medio Para Reparación

**OEE:** Efectividad Operacional del Equipo

**P:** Productividad

**Prep:** Preparación

**S:** Seguridad

**SHE:** Seguridad e Higiene Ambiental

**St:** Estándar

**TAG:** Tarjeta

**TPM:** Mantenimiento Productivo Total

**TQC:** Control de Calidad Total

**TQM:** Manufactura de Calidad Total

**USD:** Dólares Americanos.